



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 00 094 T2 2004.09.02**

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 225 110 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 00 094.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 001 595.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **23.01.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **24.07.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **26.11.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **02.09.2004**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **B60T 8/58**  
**B60T 8/24**

(30) Unionspriorität:

**2001014790 23.01.2001 JP**

**2001060324 05.03.2001 JP**

(73) Patentinhaber:

**Toyota Jidosha K.K., Toyota, Aichi, JP**

(74) Vertreter:

**WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,  
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(72) Erfinder:

**Yamada, Noritaka, Toyota-shi, Aichi-ken 471-8571,  
JP; Nagae, Akira, Toyota-shi, Aichi-ken 471-8571,  
JP; Ota, Toshinobu, Kariya-shi, Aichi-ken  
448-0032, JP; Ishida, Yasuhito, Kariya-shi,  
Aichi-ken 448-0032, JP**

(54) Bezeichnung: **System und Verfahren zur Regelung eines Bremskrafte eines Fahrzeugs**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung****HINTERGRUND DER ERFINDUNG 1. Gebiet der Erfindung**

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Fahrzustandsregelungssystem für ein Kraftfahrzeug, das den Fahrzustand eines Fahrzeugs regelt, wenn es sich auf einer ansteigenden Straße rückwärts bewegt oder rückwärts wandert, insbesondere dann, wenn der Fahrzeugführer seinen Fuß vom Bremspedal weg zum Gaspedal hin bewegt.

**2. Stand der Technik**

[0002] Bekannt ist ein Verfahren zum automatischen Anlegen einer Bremskraft auf ein Rad eines Kraftfahrzeugs, wenn sich das Fahrzeug bei einer Bewegung des Fußes des Fahrzeugführers vom Bremspedal zum Gaspedal auf einer ansteigenden Straße rückwärts bewegt. So offenbart beispielsweise die JP-A-10-16745 ein Fahrzustandsregelungssystem gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, bei dem eine Bremskraft auf die Räder aufgebracht wird, wenn festgestellt wird, dass sich das Fahrzeug im Gegensatz zu dem vom Fahrzeugführer gewählten Vorwärtsantrieb rückwärts bewegt, wodurch die Rückwärtsbewegungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs vermindert wird. Nach dem offenbarten Verfahren wird der Betrag der auf die Räder wirkenden Bremskraft in der Weise geregelt, dass die Rückwärtsbewegungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs nicht über einen vorgegebenen oberen Grenzwert hinausgeht. Die Rückwärtsbewegungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs wird daher innerhalb eines konstanten Bereichs gehalten. Nach dem offenbarten Verfahren hängt die Größe der auf die Räder wirkenden Bremskraft nur von der Geschwindigkeit ab, mit der sich das Fahrzeug rückwärts bewegt, nicht aber von einer Zunahmerate der Rückwärtsbewegungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs d. h. der Beschleunigung des Fahrzeugs. In vorstehendem Fall lässt sich die Rückwärtsbewegungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs daher nicht genügend vermindern, wenn die Rückwärtsbewegungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs mit einer hohen Rate zunimmt.

[0003] Weiter kann eine kontinuierliche Ausführung der Bremskraftregelung, wenn sich das Fahrzeug rückwärts bewegt, den Fahrzeugführer zu der Annahme verleiten, dass die geregelte Rückwärtsbewegungsgeschwindigkeit die natürliche Rückwärtsbewegungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs ist. Die Regelung zur Verminderung der Rückwärtsbewegungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs war ursprünglich dafür gedacht, beispielsweise bei einer Änderung der Fußstellung des Fahrzeugführers weg vom Bremspedal hin zum Gaspedal einzugreifen, um den Fahrzeugführer in seiner beabsichtigten Betätigung vorübergehend zu unterstützen. Aus diesem Grund muss die Regelung den Fahrzeugführer im Rahmen der

Betätigungsunterstützung dazu veranlassen, das Brems- und Gaspedal in angemessener Weise zu betätigen.

[0004] Bekannt ist ein Bremsaktuator, der in einem Traktionsregelungssystem zur Begrenzung des Radschlupfs während einer Beschleunigung oder in einem Kurvenfahrverhaltensregelungssystem, das an ein bestimmtes Rad des Fahrzeugs eine Bremskraft anlegt, zum Einsatz kommt. Der bekannte Bremsaktuator kann zur vorübergehenden Beaufschlagung der Räder mit einer Bremskraft herangezogen werden, um die Rückwärtsbewegungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs zu vermindern. Wird das Regelungssystem zur Verminderung der Rückwärtsbewegungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs jedoch für einen längeren Zeitraum genutzt, wäre ein stärkerer und langlebiger Aktuator erforderlich.

**KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG**

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Fahrzustandsregelungssystem für ein Fahrzeug zu schaffen, mit dem der Fahrzeugführer dazu gebracht werden kann, während der Unterstützung der Betätigung des Fahrzeugs bei einem Start auf einer ansteigenden Straße das Bremspedal und Gaspedal in angemessener Weise zu betätigen.

[0006] Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die Erfindung nach dem Anspruch 1 ein Fahrzustandsregelungssystem zur Regelung der auf die Räder des Fahrzeugs ausgeübten Bremskraft vor, wenn die Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs zu der Soll-Fahrtrichtung des Fahrzeugs entsprechend dem vom Fahrzeugführer gewählten Betrieb entgegengesetzt ist. Das Fahrzustandsregelungssystem umfasst eine Fahrzeugbetriebszustandserfassungseinrichtung, die bestimmt, ob der Betrieb des Fahrzeugführers der Vorwärtsantrieb oder Rückwärtsantrieb ist, eine Ist-Fahrtrichtungserfassungseinrichtung, die die Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs erfasst, eine Bremseinrichtung, die unabhängig von der Bremsbetätigung des Fahrzeugführers eine Bremskraft auf ein bestimmtes Rad ausübt, und ein Steuergerät, das die Bremseinrichtung so ansteuert, dass die Bremskraft auf ein Rad ausgebracht wird, das sich eine der Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs entsprechende Richtung dreht, wenn die von der Betriebszustandserfassungseinrichtung bestimmte Soll-Fahrtrichtung des Fahrzeugs zu der von der Ist-Fahrtrichtungserfassungseinrichtung erfassten Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs entgegengesetzt ist, und die Bremskraftaufbringung der Bremseinrichtung stoppt, nachdem die Bremseinrichtung für eine vorgegebene erste Dauer kontinuierlich angesteuert wurde.

[0007] Das Steuergerät steuert den Betrieb der Bremseinrichtung so, dass in dem Fall, in dem die vom Fahrzeugführer gewünschte Fahrtrichtung und die Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs entgegengesetzt sind, d. h. wenn sich das Fahrzeug auf einer ansteigenden Straße rückwärts bewegt, die Bremskraft auf

ein Rad ausgeübt wird, das sich in die Richtung dreht, in der sich das Fahrzeug rückwärts bewegt. Auf diese Weise lässt sich die Rückwärtsbewegungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs vermindern. Das Steuergerät beendet die Regelung nach einer vorgegebenen Dauer. Diese Maßnahme trägt effektiv dazu bei, den Fahrzeugführer dazu zu veranlassen, das Brems- und Gaspedal zu betätigen, und verhindert zugleich einen kontinuierlichen Betrieb der Brems-einrichtung für eine lange Dauer und gewährleistet dadurch einen Schutz der Brems-einrichtung.

[0008] Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand abhängiger Ansprüche:

[0009] Bei dem Fahrzustandsregelungssystem wird die auf das Rad ausgeübte Bremskraft leicht vermindert, wenn die Bremskraft für eine Dauer, die länger ist als eine zweite Dauer, die kürzer ist als die erste Dauer, kontinuierlich geregelt wird.

[0010] Bei dem Fahrzustandsregelungssystem vermindert das Steuergerät den Druck der Bremskraft in der Weise, dass die auf das Rad ausgeübte Bremskraft nicht unmittelbar beendet wird, sondern mit einem kleinen Gradienten abnimmt. Diese Maßnahme verhindert eine plötzliche Änderung der Rückwärtsbewegungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs und ermöglicht es, dem Fahrzeugführer bekannt zu geben, dass die Regelung zum Vermindern der Rückwärtsbewegungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs beendet wird. Dementsprechend verschafft diese Maßnahme dem Fahrzeugführer genügend Zeit, um das Bremspedal und/oder das Gaspedal zu betätigen.

[0011] Bei dem Fahrzustandsregelungssystem regelt das Steuergerät die Größe der auf das Rad ausgeübten Bremskraft, wobei die Größe der ausgeübten Bremskraft in Abhängigkeit von der Größe der Beschleunigung des Fahrzeugs in der Ist-Fahrtrichtung geändert wird.

[0012] Bei dem Fahrzustandsregelungssystem regelt das Steuergerät die Verteilung der Bremskraft, die auf die auf einer ansteigenden Straße oben bzw. unten liegenden Räder ausgeübt wird, so, dass die Bremskraft, die auf unten liegenden Räder ausgeübt wird, mit zunehmendem Steigungsgradienten größer wird.

[0013] Bei dem Fahrzustandsregelungssystem, das eine Drehrichtungserfassungseinrichtung aufweist, die die Drehrichtung jedes Rads des Fahrzeugs erfasst, übt das Steuergerät unabhängig von der Bremsbetätigung des Fahrzeugführers eine erste Bremskraft auf wenigstens ein Rad aus, das sich in eine zur Soll-Fahrtrichtung entgegengesetzte Richtung dreht, die von der Drehrichtungserfassungseinrichtung erfasst wird, und eine zweite Bremskraft auf wenigstens ein Rad, das sich in eine der Soll-Fahrtrichtung entsprechende Richtung dreht, wobei die erste Bremskraft auf das wenigstens eine Rad, das sich in die zur Soll-Fahrtrichtung entgegengesetzte Richtung dreht, in Abhängigkeit vom Fahrzustand des Fahrzeugs bestimmt wird, und die zweite Bremskraft auf das wenigstens eine Rad, das sich in die der

Soll-Fahrtrichtung entsprechende Richtung dreht, in Abhängigkeit vom Drehzustand des Rads bestimmt wird.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0014] Die Erfindung wird unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen beschrieben, in denen zur Darstellung gleichartiger Merkmale dieselben Bezugszeichen verwendet sind und in denen:

[0015] **Fig. 1** ein schematisches Diagramm ist, das einen Triebstrang und ein Hydraulikdruckregelungssystem eines Kraftfahrzeugs mit einem erfindungsgemäßen Fahrzustandsregelungssystem zeigt;

[0016] **Fig. 2** ein schematisches Diagramm ist, das ein Hydraulikdruckregelungssystem eines Bremsak-tuators für eine Bremskraftregelung für eines der Räder des Fahrzeugs zeigt;

[0017] **Fig. 3** ein Blockdiagramm ist, das ein Universalsteuergerät eines elektrischen Systems und eines Hydrauliksystems des Fahrzustandsregelungssystems zeigt;

[0018] **Fig. 4** ein Flussdiagramm ist, das eine Regelungsroutine einer Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung zeigt;

[0019] **Fig. 5** eine grafische Darstellung ist, die den Zusammenhang zwischen dem Radzylinderdruck und der für die Ausführung der Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung benötigten Zeit zeigt;

[0020] **Fig. 6** ein Flussdiagramm ist, das eine Regelungsroutine einer Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung zeigt;

[0021] **Fig. 7** ein Flussdiagramm ist, das ein Beispiel für eine Hydraulikdruckregelungssubroutine zeigt, die im Schritt S200 des in **Fig. 6** gezeigten Flussdiagramms auszuführen ist;

[0022] **Fig. 8** ein Flussdiagramm ist, das eine Regelungsroutine einer Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung zeigt;

[0023] **Fig. 9** ein Flussdiagramm ist, das ein Beispiel für eine Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelungssubroutine zeigt, die im Schritt S312 des in **Fig. 8** gezeigten Flussdiagramms auszuführen ist;

[0024] **Fig. 10** ein Flussdiagramm ist, das ein Beispiel für eine Schlupfbegrenzungsregelungssubroutine zeigt, die im Schritt S314 des in **Fig. 8** gezeigten Flussdiagramms auszuführen ist; und

[0025] **Fig. 11** ein Diagramm zum Bestimmen eines durch eine Änderung der Raddrehzahl definierten Soll-Regelungsdrucks P ist.

## AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0026] Unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen werden nun bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung erläutert.

## Ausführungsform 1

[0027] **Fig. 1** zeigt schematisch den Triebstrang eines Kraftfahrzeugs mit Vierradantrieb, welches ein Fahrzustandsregelungssystem gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung beinhaltet. Das Ausgangsmoment einer Brennkraftmaschine 1 wird mittels eines Wandlers 2 umgewandelt und über eine Übersetzungsvorrichtung 3 auf eine Vorderradantriebswelle 4F und eine Hinterradantriebswelle 4R verteilt. Die Vorderradantriebswelle 4F steht über ein vorderes Differential 5F in Verbindung mit einer linken Vorderachswelle 6FL und einer rechten Vorderachswelle 6FR, die mit einem linken Vorderrad (FL) bzw. einem rechten Vorderrad (FR) verbunden sind. Die Hinterradantriebswelle 4R steht über ein hinteres Differential 5R in Verbindung mit einer linken Hinterachswelle 6RL und einer rechten Hinterachswelle 6RR, die mit einem linken Hinterrad (RL) bzw. einem rechten Hinterrad (RR) verbunden sind. Das Ausgangsmoment der Brennkraftmaschine 1 wird gemäß dem vorstehend erläuterten Mechanismus daher auf die Räder FL, FR, RL, RR übertragen. Die Übersetzungsvorrichtung 3 hat selektive Betriebsstellungen, nämlich einen Schnellgang für eine Übersetzung ins Schnelle, bei der das Ausgangsmoment des Wandlers 2 ohne eine Drehzahländerung auf die Vorder- und Hinterradantriebswellen 4F, 4R übertragen wird, und einen Langsamgang für eine Übersetzung ins Langsame, bei der das Ausgangsmoment des Wandlers 2 mit einer reduzierten Drehzahl auf die Vorder- und Hinterradantriebswellen 4F, 4R übertragen wird. Die Übersetzungsvorrichtung 3 weist ein integriertes Zentraldifferentialgetriebe zum Ausgleich eines Drehzahlunterschieds zwischen der Vorder- und Hinterradantriebswelle 4F, 4R auf.

[0028] Das linke und rechte Vorderrad FL, FR und das linke und rechte Hinterrad RL, RR weisen jeweils ein hydraulisch betätigtes Bremssystem 20 auf. Das Bremssystem 20 umfasst einen Radzylinder 21 und einen Hauptzylinder 30, die beide mit einem Arbeitsfluid gefüllt sind und über ein Hydrauliksystem in Fluidverbindung gehalten werden. An das Hydrauliksystem angeschlossen ist ein Bremsakuator 200, um den Arbeitsfluiddruck unabhängig von der Bremspedalbetätigung durch den Fahrzeugführer zu erhöhen und zu vermindern.

[0029] **Fig. 2** zeigt schematisch den Bremsakuator 200. Der Bremsakuator 200 ist ansteuerbar, um den Arbeitsfluiddruck in jedem der Bremssysteme 20 der Räder FL, FR, RL, RR unabhängig voneinander zu regeln. Die Hydrauliksysteme des Bremsaktors 200, die zur Regelung der Räder FL, FR, RL, RR dienen, sind identisch, so dass in **Fig. 2** stellvertretend nur eines gezeigt ist.

[0030] Der Hauptzylinder 30 und die Radzylinder 21 stehen über eine Leitung 201, die mit einem elektrisch betätigten Unterbrechungsventil 210 versehen ist, das ohne Stromzufuhr geöffnet ist, in Fluidverbindung. Der Arbeitsfluiddruck wird mit Hilfe eines elek-

trischen Stroms geregelt, der an dieses Unterbrechungsventil 210 anlegt wird, um dadurch das Unterbrechungsventil 210 zu schließen und eine Arbeitsfluidströmung zwischen dem Hauptzylinder 30 und dem Radzylinder 21 zu unterbrechen. In einem Abschnitt der Leitung 201 zwischen dem Unterbrechungsventil 210 und dem Radzylinder 21 ist ein elektrisch betätigtes Halteventil 220 vorgesehen, das im aberregten Zustand geöffnet ist. Das Halteventil 220 wird erregt, wodurch es geschlossen wird, um das zwischen dem Halteventil 220 und dem Radzylinder 21 bestehende Hydrauliksystem in einem geschlossenen Zustand gehalten wird.

[0031] An einem Abschnitt zwischen dem Halteventil 220 und dem Radzylinder 21 ist die Leitung 201 mit einer Leitung 202 verbunden, über die das Arbeitsfluid zu einem Ausgleichsbehälter 40 strömen kann. Diese Leitung 202 ist mit einem Druckregelventil 230 versehen (das in einem stromlosen Zustand geschlossen ist). Das Druckregelventil 230 wird durch Anlegen eines Steuersignals mit zwei Zuständen, d. h. einen Erregungszustand und einen Aberregungszustand, selektiv in seine beiden Betriebsstellungen geschaltet. Somit kann durch eine Regelung des Tastverhältnisses des am Druckregelventil 230 anliegenden Steuersignals die Leitung 202 mit der Leitung 201 verbunden bzw. von der Leitung 201 getrennt werden.

[0032] Eine von einem Elektromotor 50 angetriebene Pumpe 51 dient während der Bremskraftregelung als Hydraulikdruckquelle. Die Pumpe 51 ist an ihrem Druckanschluss über eine Leitung 203 an einem Abschnitt zwischen dem Unterbrechungsventil 210 und dem Halteventil 220 mit der Leitung 201 verbunden. In der Leitung 203 ist auf Seiten des Druckanschlusses der Pumpe 51 ein Rückschlagventil 253 vorgesehen, um zu verhindern, dass über die Leitung 203 Arbeitsfluid zur Pumpe 51 zurückströmt.

[0033] Andererseits ist die Pumpe 51 über eine Leitung 204 an ihrem Sauganschluss mit dem Ausgleichsbehälter 40 verbunden. In der Leitung 204 sind Rückschlagventile 251, 252 vorgesehen, um zu verhindern, dass über die Leitung 204 Arbeitsfluid zum Ausgleichsbehälter 40 zurückströmt.

[0034] Die Leitung 204 ist über eine Leitung 205, die an einem Abschnitt zwischen den Rückschlagventilen 251, 252 angeschlossen ist, mit einem Ausgleichsbehälter 31 verbunden. Die Pumpe 51 kann somit über die Leitungen 205, 204 im Ausgleichsbehälter 31 gespeichertes Arbeitsfluid ansaugen. In der Leitung 205 ist ein elektrisch betätigtes Saugventil 240 vorgesehen (das ohne Stromzufuhr geschlossen ist). Das Saugventil 240 ist zum Öffnen und Schließen der Leitung 205 schaltbar.

[0035] Der aus der Pumpe 51 und anderen verschiedenartigen Ventilen gebildete Bremsakuator 200 lässt sich durch ein Steuergerät 100 ansteuern.

[0036] Gemäß **Fig. 3** wird das Steuergerät 100 mit den Ausgangssignalen verschiedener Fahrzustandsensoren des Fahrzeugs, beispielsweise von den

Rädern FL, FR, RL, RR zugeordneten Raddrehzahlsensoren **110** zum Erfassen der Drehrichtung und der Drehzahl des jeweiligen Rads, eines Schalthebelstellungssensors **120** zum Erfassen der momentan gewählten Schaltstellung eines Schalthebels, eines Bremspedalsensors **130** zum Erfassen des Betätigungsbetrags eines Bremspedals **10**, eines Gaspedalsensors **140** zum Erfassen des Betätigungsbetrags eines Gaspedals, eines Gangsensors **150** zum Erfassen des durch den Schalthebel gewählten Gangs der Übersetzungsvorrichtung **3** und eines Längsbeschleunigungssensors **160** zum Erfassen der Längsbeschleunigung des Fahrzeugs, gespeist. Der Raddrehzahlsensor **110** ist aus einem Sensor gebildet, der in der Lage ist, nicht nur die Raddrehzahl sondern auch die Raddrehrichtung zu erfassen.

[0037] **Fig. 2** zeigt die Funktionsweise des Steuergeräts **100 100**, insbesondere die Art und Weise der Regelung des Bremsaktuators **200**, wenn sich das Fahrzeug auf einer ansteigenden Straße rückwärts bewegt. Die Regelung dient zur Begrenzung der Rückwärtsbewegung des Fahrzeugs. Im Folgenden wird diese Regelung des Bremsaktuators **200** daher als eine "Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung" bezeichnet. Das Flussdiagramm in **Fig. 4** zeigt ein Beispiel für eine vom Steuergerät **100** für eines der Räder des Fahrzeugs auszuführende Regelungsroutine der Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung, die in ähnlicher Weise auch für die anderen Räder des Fahrzeugs ausgeführt wird.

[0038] Die Routine des in **Fig. 4** gezeigten Flussdiagramms beginnt mit dem Einschalten eines Zündschalters. Zunächst werden im Schritt S101 die Ausgangssignale der Sensoren (**110, 120, 130, 140, 160**) oder des Schalters (**150**) empfangen. Dann wird der Schritt S102 ausgeführt, um die Soll-Fahrtrichtung des Fahrzeugführers in Abhängigkeit von der vom Schalthebelstellungssensor **120** erfassten Schalthebelstellung zu bestimmen. Wenn sich der Schalthebel in einer Stellung für einen Vorwärtsantrieb des Fahrzeugs befindet, wird bestimmt, dass der Fahrzeugführer vorwärts fahren will. Wenn sich der Schalthebel dagegen in einer Stellung für einen Rückwärtsantrieb des Fahrzeugs befindet, wird bestimmt, dass der Fahrzeugführer rückwärts fahren will.

[0039] Im Schritt S104 wird die Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs, d. h. vorwärts oder rückwärts, bestimmt.

[0040] Wenn das Fahrzeug beispielsweise auf einer ansteigenden Straße gestartet wird, muss der Fahrzeugführer seine Fuß vom Bremspedal **10** weg zum Gaspedal hin bewegen. Dies kann vorübergehend zu einem Zustand führen, in dem weder das Bremspedal **10** noch das Gaspedal betätigt ist, mit der Folge, dass sich das Fahrzeug rückwärts bewegt. Weiter drehen sich die Räder FL, FR, RL, RR des Fahrzeugs in die Richtung, in die sich das Fahrzeug bewegt. Dementsprechend lässt sich die Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs in Abhängigkeit von der/den Dreh-

richtung(en) eines speziellen Rads oder sämtlicher Räder bestimmen.

[0041] Da das Fahrzustandsregelungssystem dieser Ausführungsform in einem Kraftfahrzeug mit Vieradantrieb zum Einsatz kommt, kann im Schritt S102 bestimmt werden, dass das Fahrzeug momentan in eine Richtung fährt, die zur Soll-Fahrtrichtung entgegengesetzt ist, wenn sich wenigstens eines der Räder in eine zur Soll-Fahrtrichtung entgegengesetzte Richtung dreht.

[0042] Nach der Bestimmung der Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs im Schritt S104 geht der Prozess zum Schritt S106, in dem bestimmt wird, ob ein Flag F auf 1 gesetzt ist, was zeigt, dass die Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung momentan ausgeführt wird. Das Flag F ist zu Beginn der Regelungsroutine im Normalfall auf 0 gesetzt. Dementsprechend wird im Schritt S106 NEIN erhalten, woraufhin der Prozess zum Schritt S108 geht.

[0043] Im Schritt S108 wird bestimmt, ob die Soll-Fahrtrichtung des Fahrzeugführers mit der Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs übereinstimmt. Wenn die Soll-Fahrtrichtung des Fahrzeugführers mit der Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs übereinstimmt, wird im Schritt S108 JA erhalten, und der Prozess geht anschließend zurück.

[0044] Wenn die Soll-Fahrtrichtung des Fahrzeugführers zur Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs entgegengesetzt ist, wird im Schritt S108 NEIN erhalten, und der Prozess geht zum Schritt S110. Im Schritt S110 wird das Flag F auf 1 gesetzt, und der Prozess geht zum Schritt S112, in dem ein Zeitgeber zum Messen der seit dem Start der Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung vergangenen Zeit aktiviert wird.

[0045] Wie vorstehend beschrieben, drehen sich die Räder FL, FR, RL, RR des Fahrzeugs in die Richtung, die der Rückwärtsbewegungsrichtung des Fahrzeugs entspricht, wenn sich das Fahrzeug rückwärts bewegt und weder das Bremspedal **10** noch das Gaspedal betätigt wird. Im Schritt S115 erhöht eine Druckerhöhungsregelung anschließend den Arbeitsfluiddruck im Radzylinder **21** um einen vorgegebenen Druckbetrag  $\Delta P_1$ , so dass auf das entsprechende Rad eine relativ kleine Bremskraft ausgeübt wird, um dessen Drehzahl zu vermindern.

[0046] Nun wird wieder auf **Fig. 2** Bezug genommen; der Bremsakuator **200** wird zur Erhöhung des Drucks des Arbeitsfluids im Radzylinder in der Weise betätigt, dass das Unterbrechungsventil **210** erregt wird, wodurch es geschlossen wird, das Saugventil **240** erregt wird, wodurch es geöffnet wird, und der Motor **50** betätigt wird, um die Pumpe **51** anzutreiben, wodurch Arbeitsfluid unter Druck zum Radzylinder **21** gefördert wird. In diesem Zustand wird das Arbeitsfluid über die Leitungen **203, 201** zum Radzylinder **21** geleitet. Nachdem genügend Zeit für einen Anstieg des Arbeitsfluiddrucks um den vorgegebenen Druckbetrag  $\Delta P_1$  vergangen ist, wird das Halteventil **220** erregt, wodurch es geschlossen wird, um den um  $\Delta P_1$

erhöhten Druck im Radzylinder **21** zu halten. Die Erhöhung des Drucks um  $\Delta P_1$ , ein vorgegebener Inkrementwert, resultiert in einer Zunahme der ausgeübten Bremskraft, die ein Blockieren des Rads verhindert.

[0047] Die vorstehend beschriebene Regelung wird ausgeführt, um die Bremssysteme **20** der Räder FL, FR, RL, RR zu regeln. Im Ergebnis wird auf die Räder, die sich in die Richtung drehen, in die sich das Fahrzeug bewegt, eine Bremskraft ausgeübt, wodurch die Bewegungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs vermindert wird.

[0048] Als nächstes werden in den Schritten S102 und S104 die Soll-Fahrtrichtung des Fahrzeugführers und die Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs bestimmt. Da das Flag F1 mit der Ausführung der Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung auf 1 gesetzt wurde, wird in dem anschließenden Schritt S106 JA erhalten, und der Prozess geht zum Schritt S115.

[0049] Die Regelungsroutine des in Fig. 4 gezeigten Flussdiagramms wird ausgeführt in der Annahme, dass der Fahrzeugführer seinen Fuß vom Bremspedal weg zum Gaspedal hin bewegt. Vorzugsweise wird die Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung daher beendet, wenn der Fahrzeugführer das Gaspedal betätigt und sich die Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs dementsprechend so ändert, dass sie mit der Soll-Fahrtrichtung des Fahrzeugführers in Einklang steht. Im Schritt S115 wird in Abhängigkeit von der im Schritt S102 und Schritt S104 erfolgten Bestimmung bestimmt, ob die Soll-Fahrtrichtung des Fahrzeugführers mit der Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs übereinstimmt. Wenn die Soll-Fahrtrichtung des Fahrzeugführers mit der Ist-Fahrtrichtung übereinstimmt, wird im Schritt S115 JA erhalten, und der Prozess geht zum Schritt S130 und den nachfolgenden Schritten. Das Regelungskonzept zum Beenden der Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung im Schritt S130 und die nachfolgenden Schritte werden an später erläutert.

[0050] Selbst in dem Fall, in dem sich das Fahrzeug noch immer bewegt, wird die Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung vorzugsweise dann beendet, wenn sich ein bestimmtes Rad infolge der Übersetzung der Antriebskraft der Brennkraftmaschine **1** in die vom Fahrzeugführer gewünschte Richtung zu drehen beginnt. Wenn trotz der Ausübung einer Bremskraft in der vorherigen Routine die Ist-Fahrtrichtung entgegengesetzt zur Soll-Fahrtrichtung des Fahrzeugführers ist, wird im Schritt S115 NEIN erhalten, und der Prozess geht zum Schritt S116. Im Schritt S116 wird bestimmt, ob die Drehrichtung des zu regelnden Rads mit der Soll-Fahrtrichtung des Fahrzeugführers in Einklang steht. Wenn im Schritt S116 JA erhalten wird, geht der Prozess zum Schritt S130 und den nachfolgenden Schritten. Dementsprechend wird die für die jeweiligen Räder des Fahrzeugs ausgeübte Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung der Reihe nach beendet, wenn die Raddrehrichtung mit der Soll-Fahrtrichtung des Fahr-

zeugführers übereinstimmt, der das Gaspedal betätigt.

[0051] Solange sich das Rad aber in die Rückwärtsbewegungsrichtung des Fahrzeugs dreht, wird im Schritt S116 NEIN erhalten, und der Prozess geht zum Schritt S118.

[0052] Im Schritt S118 wird bestimmt, ob der Zählwert T des im Schritt S112 gestarteten Zeitgebers auf oder unter einem vorgegebenen Schwellwert  $T_a$  liegt. Der Schwellwert  $T_a$  wird so gesetzt, dass der Fahrzeugführer nicht zu der Annahme verleitet wird, das Fahrzeug könne auf der ansteigenden Straße mit der momentanen Rückwärtsbewegungsgeschwindigkeit rückwärts fahren, wie auch um verschiedene Ventilsysteme, wie z. B. das Unterbrechungsventil **210**, das einen Bestandteil des Bremsaktuators **200** bildet, vor der sich bei einer kontinuierlichen Erregung dieser Ventilsysteme ergebenden Hitze zu schützen. Der Schwellwert  $T_a$  kann unter Berücksichtigung des Konzepts, der Lebensdauer des Bremsaktuators **200** und dergleichen bestimmt werden. Der Schwellwert  $T_a$  kann auf 3 Sekunden gesetzt sein, ist aber nicht darauf beschränkt.

[0053] Wenn der Zählwert T des Zeitgebers auf oder unter dem Schwellwert  $T_a$  liegt, wird im Schritt S118 eine positive Antwort JA erhalten, und der Prozess geht zum Schritt S120.

[0054] Im Falle einer angemessenen Ausführung der Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung dreht sich das Rad auf der ansteigenden Straße nach und nach rückwärts. Wenn aber die Reibungskraft zwischen der Fahrbahn und der Radaufstandsfläche relativ klein ist, beispielsweise wenn sich das Fahrzeug auf einer Straße mit einem relativ kleinen Reibungskoeffizienten ( $\mu$ ) befindet, kann das Rad trotz Ausübung der im Schritt S114 bestimmten Bremskraft blockieren. Daher wird im Schritt S120 bestimmt, ob das zu regelnde Rad sich nicht dreht, weil es blockiert.

[0055] Wenn das Rad nicht blockiert, wird im Schritt S120 NEIN erhalten, und der Prozess geht zum Schritt S122, in dem der in der vorherigen Routine bestimmte Radzylinderdruck gehalten wird.

[0056] Wenn das Rad dagegen blockiert, wird im Schritt S120 JA erhalten, und der Prozess geht zum Schritt S124. Im Schritt S124 wird eine Druckverminderungsregelung ausgeführt, um den Arbeitsfluiddruck im Radzylinder um einen Betrag  $\Delta P_2$  ( $\Delta P_1 > \Delta P_2$ ) zu vermindern.

[0057] Es wird wieder auf Fig. 2 Bezug genommen; zur Ausführung der Druckverminderungsregelung wird der Bremsaktor **200** in der Weise betätigt, dass das Druckregelventil **230** in Abhängigkeit von dem anliegenden Steuersignals, dessen Tastverhältnis geregelt wird, betätigt wird. Die Betätigung des Druckregelventils **230** ermöglicht, dass das zwischen dem Halteventil **220** und dem Radzylinder **21** gespeicherte Arbeitsfluid über das Druckregelventil **230** in den Ausgleichsbehälter **40** strömt. Diese Betätigung des Druckregelventils **230** wird für eine vorgegebene



Dauer ausgeführt, die genügend lange ist, damit die Verminderung des Drucks des Arbeitsfluids im Radzylinder 21 um  $\Delta P_2$  gewährleistet ist. Nach Ablauf der vorgegebenen Dauer wird das Druckregelventil 230 aberregt und geschlossen, wodurch der um  $\Delta P_2$  verminderte Arbeitsfluiddruck im Radzylinder 21 gehalten wird.

[0058] Wenn im Schritt S120 JA erhalten wird, was zeigt, dass das zu regelnde Rad blockiert, geht der Prozess anschließend zum Schritt S124, in dem die vorstehend diskutierte Druckverminderungsregelung ausgeführt wird. Die im Schritt S124 ausgeführte Druckverminderungsregelung wird so oft wiederholt, bis das Rad nicht mehr blockiert. Die vorgenannte Regelungsroutine ermöglicht somit eine Verminderung der Drehzahl des sich in Rückwärtsbewegungsrichtung drehenden Rads und verhindert zugleich ein Blockieren des Rads.

[0059] Es wird wieder auf Schritt S118 Bezug genommen; wenn im Schritt S118 NEIN erhalten wird, was anzeigt, dass die Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung bereits für eine Dauer ausgeführt wird, die länger ist als der Schwellwert  $T_a$ , geht der Prozess zum Schritt 126, in dem bestimmt wird, ob der Zählwert T des Zeitgebers auf oder unter einem anderen vorgegebenen Schwellwert  $T_b$  ( $T_a \leq T_b$ ) liegt. Der Schwellwert  $T_b$  stellt eine Dauer dar, über die hinweg die Regelung zur gemäßigten Druckverminderung im Schritt 128 kontinuierlich ausgeführt werden darf. Der Schwellwert  $T_b$  stellt vorzugsweise die Schätzdauer dar, die der Fahrzeugführer benötigt, um seinen Fuß vom Bremspedal 10 oder Gaspedal weg zu nehmen, und um sicherzustellen, dass der Arbeitsfluiddruck im Radzylinder 21 mit einem kleinen Druckverminderungsgradienten abnimmt, wodurch eine Druckverminderung mit einem steilen Gradienten verhindert wird. Der Schwellwert  $T_b$  kann auf etwa 8 Sekunden gesetzt sein, ist aber nicht darauf beschränkt.

[0060] Im Schritt S126 wird anschließend bestimmt, ob der Zählwert T des Zeitgebers über  $T_a$  und auf oder unter dem Schwellwert  $T_b$  liegt, d. h. ob  $T_a < T \leq T_b$ . Wenn im Schritt S126 JA erhalten wird, geht der Prozess zum Schritt S128, in dem die Regelung zur gemäßigten Druckverminderung ausgeführt wird, um die Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung nach und nach zu beenden.

[0061] Im Allgemeinen wird zum Stopp der Regelung des Bremsaktuators 200 der Motor 50 angehalten; außerdem werden die Ventilsysteme, wie z. B. das Unterbrechungsventil 210, das Halteventil 220, das Druckregelventil 230 und das Saugventil 240, aberregt. Dementsprechend werden das Unterbrechungsventil 210 und das Halteventil 220 geöffnet, wohingegen das Druckregelventil 230 und das Saugventil 240 geschlossen werden. Wie es in der grafischen Darstellung von Fig. 5 gezeigt ist, wird der Arbeitsfluiddruck im Radzylinder nach dem Start der Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung zur Zeit  $T (= 0)$  bis zum Ablauf der vorgegebenen Dauer  $T_a$

auf einem vorgegebenen Wert gehalten; unmittelbar nach Ablauf der vorgegebenen Zeit  $T_a$  wird die Betätigung des Bremsaktuators 200 beendet. In diesem Fall wird der Arbeitsfluiddruck im Radzylinder daher rasch vermindert, wie es die Strich-Punkt-Linie "a" in Fig. 5 zeigt.

[0062] Im Schritt S128 wird aber zusätzlich die Regelung zur gemäßigten Druckverminderung ausgeführt, so dass der Druck weicher abnimmt, wie es die durchgezogene Linie "b" im Vergleich zur Strich-Punkt-Linie "a" zeigt. Der Bremsaktor 200 wird zur Ausführung der Regelung zur gemäßigten Druckverminderung betätigt, bei der das Druckregelventil 230 auf der Grundlage eines Steuersignals mit einem Tastverhältnis von etwa 10% angesteuert wird, während das Unterbrechungsventil 210 und das Halteventil 220 erregt werden, wodurch diese geschlossen werden. Zu beachten gilt, dass das Druckregelventil 230 bei Anlegung eines Steuersignals mit einem Tastverhältnis von 100 vollständig geöffnet ist.

[0063] Die vorstehend beschriebene Regelung zur gemäßigten Druckverminderung ermöglicht, dass das zwischen dem Halteventil 220 und dem Radzylinder 21 gespeicherte Arbeitsfluid über die Leitung 202 zum Ausgleichsbehälter 40 zurückströmt, wobei das Druckregelventil 230 die Strömungsrate des Arbeitsfluids geeignet steuert. Daher nimmt der Arbeitsfluiddruck im Radzylinder 21 nach und nach ab, wie es die in Fig. 5 gezeigte durchgezogene Linie "b" zeigt.

[0064] Während der gemäßigten Druckverminderungsregelung geht der Prozess, wenn im Schritt S126 NEIN erhalten wird, d. h. wenn der Zählwert T des Zeitgebers über dem Schwellwert  $T_b$  liegt, zum Schritt S130 und den nachfolgenden Schritten, um den Beendigungsprozess der Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung normal auszuführen. Im Beendigungsprozess wird der Betrieb des Motors 50 angehalten, und es werden sämtliche Ventilsysteme aberregt. Demnach werden das Unterbrechungsventil 210 und das Halteventil 220 geöffnet, während das Druckregelventil 230 und das Saugventil 240 geschlossen werden. In diesem Zustand wird der Arbeitsfluiddruck im Radzylinder 21 mit einem relativ steilen Druckverminderungsgradienten vermindert. Diesbezüglich ermöglicht die Verwendung des vorgegebenen Schwellwerts  $T_b$ , den Beendigungsprozess erst bei einem genügend verminderten Arbeitsfluiddruck einzuleiten, wodurch verhindert wird, dass die auf das Fahrzeug ausgeübte Bremskraft sich plötzlich und drastisch ändert.

[0065] Anschließend, geht der Prozess zum Schritt S132, in dem der Zählwert des Zeitgebers zurückgesetzt wird. Im Schritt S134 wird das Flag F anschließend wieder auf "0" gesetzt, womit zum nächsten Zyklus der Regelungsroutine gegangen wird.

[0066] Die Schritte S130–S134 zur Beendigung der Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung werden des Weiteren auch dann ausgeführt, wenn die Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs mit der Soll-Fahrtrichtung übereinstimmt, d. h. im Schritt S115 JA er-

halten wird, oder wenn die Drehrichtung des Rads mit der Soll-Fahrtrichtung in Einklang steht, d. h. im Schritt S116 JA erhalten wird, während der Dauer, in der der Zählwert T des Zeitgebers auf oder unter Tb liegt, oder wenn im Schritt S126 NEIN erhalten wird, da der Zählwert T des Zeitgebers über dem Schwellwert Tb liegt.

[0067] Die Schritte S130-134 werden außerdem ausgeführt, um die Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung zu beenden, wenn während der Ausführung der Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung (Flag F = 1) die Betätigung des Bremspedals 10 durch den Fahrzeugführer erfasst wird. Dieser Schritt ist aber im Flussdiagramm von Fig. 4 nicht gezeigt.

[0068] Des Weiteren wird im Fahrzustandsregelungssystem gemäß dieser Ausführungsform der Erfindung das Druckregelventil 230 während der Zeit, in der der Zählwert T über dem Schwellwert Ta und auf oder unter Tb liegt, d. h.  $Ta < T \leq Tb$ , auf der Grundlage eines Steuersignals mit einem Tastverhältnis von 10% betätigt. Das Tastverhältnis muss jedoch nicht konstant gehalten werden, sofern der resultierende Druckverminderungsgradient kleiner ist als der Druckverminderungsgradient, den die in Fig. 5 gezeigte Strich-Punkt-Linie "a" repräsentiert. Das Tastverhältnis des Ansteuersignals kann beispielsweise schrittweise geändert werden.

[0069] Weiter muss die im Schritt S104 erfasste Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs nicht exakt in der vorstehend beschriebenen Weise bestimmt werden. Beispielsweise kann für den Fall, in dem sich drei Räder in derselben Richtung drehen, diese Richtung als die Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs bestimmt werden. Im Fall eines Kraftfahrzeugs mit Zweiradantrieb kann die Drehrichtung eines leer laufenden Rads, d. h. antriebslosen Rads, als die Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs bestimmt werden.

[0070] Darüber hinaus kann die Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs mittels eines Bodengeschwindigkeitssensors unmittelbar erfasst werden. Der im Fahrzeug eingebaute Bodengeschwindigkeitssensor erzeugt ein Ultraschallsignal mit einer vorgegebenen Frequenz in Richtung zur Fahrbahn und wieder zurück zum Fahrzeug, das die reflektierte Welle aufnimmt. Wenn die Frequenz der reflektierten Welle höher ist als die des Ultraschallsignals, lässt sich daraus bestimmen, dass das Fahrzeug rückwärts fährt. Wenn die Frequenz der reflektierten Welle kleiner ist als die des Ultraschallsignals, lässt sich daraus bestimmen, dass das Fahrzeug vorwärts fährt.

[0071] In der ersten Ausführungsform beginnt die im Flussdiagramm von Fig. 4 gezeigte Regelungsroutine, wenn der Zündschalter eingeschaltet wird. Die Regelungsroutine kann beispielsweise aber auch eingeleitet werden, wenn der Schalthebel in eine beliebige Vorwärts- oder Rückwärtsschaltstellung gebracht wird und das Bremspedal 10 und das Gaspedal nicht betätigt sind.

[0072] In der ersten Ausführungsform wird die Bremskraft über den Arbeitsfluiddruck geregelt. Je-

doch lässt sich die Bremskraft auch durch Betätigung einer elektronischen Motorbremse regeln, die eine Bremskraft erzeugt. In diesem Fall wird, wenn der der Zählwert T über den Schwellwert Ta hinausgeht und auf oder unter dem Schwellwert Tb liegt, d. h.  $Ta < T \leq Tb$ , die Regelung zur gemäßigten Druckverminderung in der Weise ausgeführt, dass die durch das elektronische Bremssystem erzeugte Bremskraft leicht vermindert wird und somit einen Druckverminderungsgradienten aufweist, der kleiner ist als der Gradient bei einer normalen Beendigung.

[0073] In der ersten Ausführungsform wird der Bremsaktuator in dem in Fig. 2 gezeigten Unterdruckverstärker-Bremssystem verwendet. Jedoch kann jeder beliebige Typ von Bremsaktuator verwendet werden, sofern der Bremsaktuator in der Lage ist, eine Bremskraft unabhängig von der Bremsbetätigung des Fahrzeugführers zu erzeugen. Daher können auch ein Bremsaktuator eines Hydroverstärker-Bremssystems und ein motorisch betätigter Aktuator zum Erzeugen einer Bremskraft verwendet werden.

[0074] Das vorstehend beschriebene Fahrzustandsregelungssystem für ein Fahrzeug beinhaltet das Steuergerät zum Ausüben einer Bremskraft auf das Rad, das sich in Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs dreht, wenn die Soll-Fahrtrichtung des Fahrzeugführers zur Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs entgegengesetzt ist. Das System umfasst des Weiteren die Beendigung des Regelungsbetriebs des Steuergeräts der Bremsvorrichtung nach einer kontinuierlichen Ausführung der Regelung über eine vorgegebene Dauer hinweg.

[0075] Diese Anordnung ist dahingehend effektiv, den Fahrzeugführer zur Betätigung des Brems- und Gaspedals zu veranlassen, und verhindert zugleich, dass der Fahrzeugführer zu der Annahme verleitet wird, dass die Rückwärtsbewegungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs unter einer Kontrolle steht. Diese Anordnung ist ferner dahingehend effektiv, dass ein kontinuierlicher Betrieb der Bremsvorrichtung über eine lange Dauer vermieden wird, wodurch ein Schutz der Bremskraftherzeugungsvorrichtung erhalten wird.

[0076] Das vorstehend beschriebene Fahrzustandsregelungssystem für ein Fahrzeug gestattet, dass das Steuergerät, die Bremsvorrichtung so regelt, dass die auf das Rad ausgeübte Bremskraft mit einem Gradienten abnimmt, der kleiner ist als der Gradient in dem Fall, in dem die Regelung der Bremskraftherzeugungsvorrichtung unmittelbar beendet wird.

[0077] Diese Anordnung ermöglicht es, eine relativ drastische Änderung der Rückwärtsbewegungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs zu verhindern und dem Fahrzeugführer bekannt zu geben, dass die Regelung zum Vermindern der Rückwärtsbewegungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs beendet wird. Diese Anordnung verschafft dem Fahrzeugführer ferner genügend Zeit, um das Bremspedal oder das Gaspedal



zu betätigen.

#### Ausführungsform 2

[0078] **Fig. 6** zeigt ein Flussdiagramm, das eine Regelungsroutine gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung veranschaulicht, die auszuführen ist, wenn sich das Fahrzeug auf einer ansteigenden Straße rückwärts bewegt, um den Rückwärtsbewegungszustand des Fahrzeugs in Grenzen zu halten. Die in den Schritten S112–S200, S120–S124 und S120–S200 ausgeführten Regelungen werden ausführlich beschrieben. Eine Beschreibung derselben Schritte wie in der Regelungsroutine des Flussdiagramms von **Fig. 4** gemäß der ersten Ausführungsform unterbleibt.

[0079] Es wird auf das Flussdiagramm von **Fig. 6** Bezug genommen; im Schritt S112 wird der Zeitgeber gestartet, um die seit dem Start der Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung vergangene Zeit zu messen. Der Prozess geht dann zum Schritt S200, in dem für das gemäß dem in **Fig. 6** gezeigten Flussdiagramm zu regelnde Rad eine Fluidruckregelung ausgeführt wird. Die Fluidruckregelung wird ausgeführt, um den Arbeitsfluiddruck im Radzylinder **21** auf einen Soll-Druck  $P$  zu regeln, was an späterer Stelle erläutert wird.

[0080] Nun wird wieder auf **Fig. 2** Bezug genommen; während der Druckerhöhungregelung wird der Bremsaktuator **200** in der Weise betätigt, dass das Unterbrechungsventil **210** erregt wird, wodurch es geschlossen wird, das Saugventil **240** erregt wird, wodurch es geöffnet wird, und der Motor **50** betätigt wird, um die Pumpe **51** anzutreiben und dadurch das Arbeitsfluid unter Druck zum Radzylinder **21** zu fördern. In diesem Zustand wird das Arbeitsfluid über die Leitungen **201**, **203** zum Radzylinder **21** geleitet. Sobald genügend Zeit für den Anstieg des Arbeitsfluiddrucks im Radzylinder **21** auf den Soll-Druck  $P$  vergangen ist, wird das Halteventil **220** erregt, wodurch es geschlossen wird, um den Arbeitsfluiddruck im Radzylinder auf dem Soll-Druck  $P$  zu halten. Eine besondere Vorgehensweise zur Einstellung des Soll-Drucks  $P$  wird an späterer Stelle beschrieben.

[0081] Die vorgenannte Regelung wird für sämtliche Bremssysteme der Räder FL, FR, RL, RR ausgeführt, so dass die Räder, die sich in die Richtung drehen, in der sich das Fahrzeug rückwärts bewegt, jeweils eine geeignete Bremskraft erfahren. Im Ergebnis kann die Rückwärtsbewegungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs vermindert werden.

[0082] Anschließend werden in den Schritten S102 und S104 des Flussdiagramms von **Fig. 6** die Soll-Fahrtrichtung des Fahrzeugführers und die Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs bestimmt. Wenn die Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung bereits eingeleitet wurde, ist das Flag  $F$  auf 1 gesetzt. Daher wird im nächsten Schritt S106 JA erhalten. Der Prozess geht dann zum Schritt S114.

[0083] Im Schritt S120 der Regelung ausgehend

vom Schritt S106 wird bestimmt, ob das zu regelnde Rad blockiert. Wenn im Schritt S120 NEIN erhalten wird, d. h. das Rad nicht blockiert, geht der Prozess zum Schritt S200. Im Schritt S200 wird der Arbeitsfluiddruck im Radzylinder auf den Soll-Druck  $P$  geregelt.

[0084] Wenn im Schritt S120 dagegen JA erhalten wird, d. h. das Rad blockiert, geht der Prozess zum Schritt S124. Im Schritt S124 wird der Arbeitsfluiddruck im Radzylinder um  $\Delta P$  vermindert.

[0085] Es wird wieder auf **Fig. 2** Bezug genommen; während der Druckverminderungsregelung wird der Bremsaktuator **200** in der Weise betätigt, dass das Druckregelventil **230** auf der Grundlage eines Steuersignals mit einem bestimmten Tastverhältnis angesteuert wird. In diesem Zustand ermöglicht das Druckregelventil **230**, dass das zwischen dem Halteventil **220** und dem Radzylinder **21** gespeicherte Arbeitsfluid zum Ausgleichsbehälter **40** zurück strömt. Sobald die Dauer zum Vermindern des Drucks um  $\Delta P$  vergangen ist, wird das Druckregelventil **230** wieder aberregt, wodurch es geschlossen wird, um den Zustand beizubehalten, in dem der Arbeitsfluiddruck im Radzylinder um  $\Delta P$  vermindert ist.

[0086] Wenn das zu regelnde Rad blockiert, geht der Prozess somit zum Schritt S124, in dem die Druckverminderungsregelung ausgeführt wird. Die Druckverminderungsregelung im Schritt S124 wird solange wiederholt, bis das Rad nicht mehr blockiert. Die vorgenannte Regelung ermöglicht es, die Drehzahl des Rads, das sich in die Richtung dreht, in der sich das Fahrzeug bewegt, zu vermindern und zugleich ein Blockieren des Rads zu verhindern.

[0087] Da die Regelung im Schritt S126 und den nachfolgenden Schritten mit der entsprechenden Regelung des in **Fig. 4** gezeigten Flussdiagramms identisch sind, unterbleibt eine Beschreibung dieser Regelungskonzepte.

[0088] **Fig. 7** zeigt ein Regelungskonzept für die Druckregelung, die in dem in **Fig. 6** gezeigten Schritt S200 auszuführen ist. Ebenso wie die im Flussdiagramm von **Fig. 6** gezeigte Regelungsroutine zeigt das Flussdiagramm von **Fig. 7** die Regelung bezüglich eines der Räder des Fahrzeugs.

[0089] Da sich die Lastverteilung auf die jeweiligen Räder FL, FR, RL, RR in Abhängigkeit von dem Gradienten der ansteigenden Straße ändert, auf der das Fahrzeug fährt, kann der Arbeitsfluiddruck im Radzylinder **21** jedes Rads in Abhängigkeit vom Gradienten der Straße reguliert werden. Im Schritt S202 wird der Gradient  $\theta$  der ansteigenden Straße beispielsweise mit Hilfe eines vorderen und hinteren Beschleunigungssensors **160**, die die Vorwärts- und Rückwärtsbeschleunigung des Fahrzeugs erfassen, abgeschätzt. Da die Fahrzeugbeschleunigung in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung in Abhängigkeit vom Gradienten der ansteigenden Straße variiert, kann der Gradient  $\theta$  der ansteigenden Straße unmittelbar aus dem Ausgangssignal des vorderen und hinteren Beschleunigungssensors **160** abgeschätzt werden. Alternativ dazu kann der Gradient der ansteigenden

Straße unter Verwendung eines Neigungswinkelsensors, des Änderungszustands der Drehzahl des Fahrzeugs, das sich auf der ansteigenden Straße rückwärts dreht, oder einer geometrischen Information, die über ein im Fahrzeug eingebautes Navigationssystem erhältlich ist, abgeschätzt werden.

[0090] Im Schritt S204 wird bestimmt, ob der im Schritt S202 ermittelte Schätzgradient  $\theta$  größer ist als ein vorgegebener Schwellwert  $\theta_{th}$ . Wenn der Schätzgradient  $\theta$  gleich dem oder kleiner als der Schwellwert  $\theta_{th}$  ist, d. h. die Straße einen kleinen Gradienten aufweist (NEIN im Schritt S204), wird davon ausgegangen, dass sich die Lastverteilung auf die Räder nicht wesentlich unterscheidet. Daher geht der Prozess zum Schritt S206, in dem der Soll-Druck  $P$  (der gewünschte Druck im Radzylinder) auf einen vorgegebenen Wert  $P_0$  gesetzt wird. Der vorgegebene Wert  $P_0$  wird im Voraus bestimmt mit der Absicht, auf einer ansteigenden Straße mit einem Gradienten kleiner als der Schwellwert  $\theta_{th}$  das Rad mit einer geeigneten Bremskraft zu beaufschlagen, um ein Blockieren des Rads zu verhindern.

[0091] Wenn der Schätzgradient  $\theta$  dagegen größer ist als der Schwellwert  $\theta_{th}$  (JA im Schritt S204), geht der Prozess zum Schritt S208. Im Schritt S208 wird der Radzylinderdruck in Abhängigkeit von einer Änderung der Lastverteilung auf die Räder bedingt durch den Gradienten der ansteigenden Straße geregelt. Zunächst wird bestimmt, ob das gemäß dem Flussdiagramm von Fig. 6 zu regelnde Rad auf der ansteigenden Straße oben oder unten liegt. Denn die Last, die auf die Räder wirkt, die auf der ansteigenden Straße oben liegen, unterscheidet sich von der Last, die auf die Räder wirkt, die auf der ansteigenden Straße unten liegen. Wenn das Fahrzeug beispielsweise eine ansteigende Straße hochfährt, liegen die Vorderräder FL, FR Straße oben, während die Hinterräder RL, RR unten liegen; wenn das Fahrzeug die ansteigende Straße runterfährt, liegen die Hinterräder RL, RR oben, während die Vorderräder unten liegen.

[0092] Wenn das Rad auf der ansteigenden Straße oben liegt (JA im Schritt S208), geht der Prozess zum Schritt S210, in dem der Soll-Druck  $P$  auf den vorgegebenen Wert  $P_1$  gesetzt wird. Wenn das Rad auf der ansteigenden Straße unten liegt (NEIN im Schritt S208), geht der Prozess zum Schritt S212, in dem der Soll-Druck auf den vorgegebenen Wert  $P_2$  ( $P_2 > P_1$ ) gesetzt wird.

[0093] Im Folgenden wird ein Beispiel für eine Änderung des Konzepts der Soll-Druckverteilung auf die Vorderräder und Hinterräder eines Fahrzeugs, wenn das Fahrzeug auf einer ansteigenden Straße hochfährt, beschrieben. Wenn der Schätzgradient  $\theta$  gleich dem oder kleiner ist als der Schwellwert  $\theta_{th}$ , d. h. ein relativ kleiner Gradient vorliegt, wird den Vorderrädern ein Soll-Wert  $Pf_1$  und den Hinterrädern ein Soll-Wert  $Pr_1$  zugeordnet. Wenn der Schätzgradient  $\theta$  dagegen größer ist als der Schwellwert  $\theta_{th}$ , wird den Vorderrädern ein Soll-Wert  $Pf_2$  und den Hinterrä-

dern ein Soll-Wert  $Pr_2$  zugeordnet. In dem Fall, in dem das Fahrzeug eine ansteigende Straße hochfährt, nimmt die auf die Hinterräder wirkende Last mit einer Zunahme des Gradienten der ansteigenden Straße zu, während die auf die Vorderräder wirkende Last abnimmt. Daher wird der Soll-Wert  $Pr_2$  größer als der Soll-Wert  $Pr_1$  eingestellt. Der Soll-Wert  $Pr_2$  kann mit einer Zunahme des Gradienten der ansteigenden Straße erhöht werden. Außerdem kann der Soll-Wert  $Pf_2$  kleiner als  $(Pf_1/Pr_1) \cdot Pr_2$  eingestellt werden, d. h.  $Pf_2 < (Pf_1/Pr_1) \cdot Pr_2$ .

[0094] In den Schritten S210 bzw. S212 werden die Soll-Drücke  $P_1$ ,  $P_2$  der vorgenannten Beziehung genügend vorgegeben. Da das Flussdiagramm von Fig. 7 die für ein Rad ausgeführte Regelungsroutine zeigt, werden für die Vorder- und Hinterräder jeweils die Soll-Drücke  $P_1$ ,  $P_2$  eingestellt.

[0095] Sobald der Soll-Druckwert  $P$  dem Gradienten  $\theta$  der ansteigenden Straße Rechnung tragend eingestellt ist, geht der Prozess zum Schritt S214. Im Schritt S214 wird der momentan gewählte Gang der Übersetzungsvorrichtung 3 in Abhängigkeit von den Ausgangssignalen des Gangsensors 150 gelesen, der zur Erfassung der Stellung eines Schalthebels zur Wahl des Gangs der Übersetzungsvorrichtung 3 ausgelegt ist.

[0096] In dem anschließenden Schritt S216 wird bestimmt, ob in der Übersetzungsvorrichtung 3 der Schnellgang für eine Übersetzung ins Schnelle gewählt ist. In dem Fall, in dem der Schnellgang gewählt ist, besteht die Wahrscheinlichkeit, dass sich das Fahrzeug auf der ansteigenden Straße abwärts bewegt, da das Übersetzungsverhältnis des Schnellgangs relativ klein ist. Wenn der Schnellgang gewählt ist, wird im Schritt S216 dementsprechend JA erhalten. Dann geht der Prozess zum Schritt S218, in dem der im Schritt S206, S210 oder S212 eingestellte Soll-Wert  $P$  durch die Addition eines vorgegebenen Kompensationswerts  $P_3$  zum Soll-Wert  $P$  gesetzt wird. Der Prozess geht zum Schritt S220. Da der Soll-Druck  $P$  kompensiert wird, d. h. um den Wert  $P_3$  erhöht wird, wird auf das zu regelnde Rad eine größere Bremskraft ausgeübt, wodurch eine Zunahme der Rückwärtsbewegungsgeschwindigkeit verhindert wird. Wenn in der Übersetzungsvorrichtung 3 dagegen der Langsamgang für eine Übersetzung ins Langsame gewählt ist, wird im Schritt S216 NEIN erhalten. Dann geht der Prozess unmittelbar zum Schritt S220, ohne den Soll-Druckwert  $P$  zu aktualisieren. Die in den Schritten S216 und S218 ausgeführte Regelung ermöglicht es, in Abhängigkeit von dem Bewegungszustand des Fahrzeugs, der sich in Abhängigkeit von der gewählten Gangstellung der Übersetzungsvorrichtung 3 ändert, auf das Rad eine geeignete Bremskraft auszuüben.

[0097] Im Schritt S220 wird die Beschleunigung  $\alpha$ , mit der sich das Fahrzeug auf der ansteigenden Straße rückwärts bewegt, abgeschätzt. Beispielsweise wird die Fahrzeugbewegungsgeschwindigkeit abgeschätzt, indem der Mittelwert aus den Drehzahlen der

sich auf der ansteigenden Straße rückwärts drehenden Räder ermittelt wird. Die Beschleunigung  $\alpha$  des Fahrzeugs lässt sich dann in Abhängigkeit von der Größe der Änderung der Schätzfahrbewegungsgeschwindigkeit pro Einheitszeit abschätzen.

[0098] Im Schritt S222 wird bestimmt, ob die Schätzbeschleunigung  $\alpha$  größer ist als ein vorgegebener Schwellwert  $\alpha_{th}$ . Wenn die Beschleunigung  $\alpha$  gleich dem oder kleiner ist als der vorgegebene Schwellwert  $\alpha_{th}$ , wird im Schritt S222 NEIN erhalten, und der Prozess geht zum Schritt S226, ohne den Soll-Druck P zu aktualisieren.

[0099] Wenn die Beschleunigung  $\alpha$  dagegen größer ist als der vorgegebene Schwellwert  $\alpha_{th}$ , wird im Schritt S222 JA erhalten, und der Prozess geht zum Schritt S224. Im Schritt S224 wird der Soll-Druck P aktualisiert, indem ein Kompensationswert P4 hinzugefügt wird. Da der Soll-Druck P kompensiert wird, d. h. um P4 erhöht wird, wird auf das zu regelnde Rad eine größere Bremskraft ausgeübt. Da der Soll-Druck P unter Berücksichtigung der Beschleunigung  $\alpha$  der Fahrzeugbewegungsgeschwindigkeit ermittelt wird, stellt der in den Schritten S220 bis S224 ausgeführte Prozess eine Regelung dar. Die auf das Rad ausgeübte Bremskraft lässt sich daher angemessener bestimmen. Außerdem ermöglicht der in den Schritten S220 bis S224 ausgeführte Prozess, dass zu Beginn der Rückwärtsbewegung des Fahrzeugs eine relativ große Bremskraft ausgeübt wird. Im Ergebnis kann eine Zunahme der Bewegungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs effektiv in Grenzen gehalten werden.

[0100] Sobald der Soll-Druck P bestimmt ist, geht der Prozess zum Schritt S226, in dem der Bremsaktor 200 in Abhängigkeit von dem bestimmten Soll-Druck P betätigt wird; anschließend ist die Regelung des in Fig. 7 gezeigten Flussdiagramms zu Ende.

[0101] Im Flussdiagramm von Fig. 7 wird der Soll-Druck P in den Schritten S222 und S224 kompensiert, wenn die Beschleunigung  $\alpha$  der Fahrzeugbewegungsgeschwindigkeit größer ist als der Schwellwert  $\alpha_{th}$ . Alternativ dazu wird der Kompensationswert P4 in Abhängigkeit von der Beschleunigung  $\alpha$  so eingestellt, dass der Kompensationswert P4 umso größer wird, je stärker die Beschleunigung  $\alpha$  zunimmt.

[0102] Weiter wird in dem Fahrzustandsregelungssystem gemäß dieser Ausführungsform der Erfindung das Druckregelventil 230 in Abhängigkeit von dem Steuersignal mit einem Tastverhältnis von 10% während der Zeit angesteuert, in der der Zählwert T über  $T_a$  und auf oder unter  $T_b$  liegt, d. h.  $T_a < T \leq T_b$ . Das Tastverhältnis muss jedoch nicht konstant gehalten werden, sofern der resultierende Druckverminderungsgradient kleiner ist als der Druckverminderungsgradient, den die in Fig. 5 gezeigte Strich-Punkt-Linie "a" zeigt. Das Tastverhältnis des Steuersignals kann beispielsweise graduell geändert werden.

[0103] Des Weiteren muss die im Schritt S104 er-

fasste Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs nicht exakt in der vorstehend diskutierten Weise erfasst werden. Beispielsweise kann, wenn sich drei Räder in derselben Richtung drehen, diese Richtung als die Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs bestimmt werden. Im Fall eines Kraftfahrzeugs mit Zweiradantrieb kann die Drehrichtung eines leer laufenden Rads, d. h. antriebslosen Rads, als die Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs bestimmt werden.

[0104] Außerdem kann die Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs unter Verwendung eines Bodengeschwindigkeitssensors unmittelbar erfasst werden. Der im Fahrzeug eingebaute Bodengeschwindigkeitssensor erzeugt im Besonderen ein Ultraschallsignal mit einer vorgegebenen Frequenz zur Fahrbahn und wieder zurück zum Fahrzeug, das die reflektierte Welle empfängt. Wenn die Frequenz der reflektierten Welle größer ist als die des Ultraschallsignals, kann bestimmt werden, dass sich das Fahrzeug im Rückwärtsantrieb befindet. Wenn die Frequenz der reflektierten Welle kleiner ist als die des Ultraschallsignals, kann bestimmt werden, dass sich das Fahrzeug im Vorwärtsantrieb befindet.

[0105] In der zweiten Ausführungsform beginnt die im Flussdiagramm von Fig. 6 gezeigte Regelungsroutine mit dem Einschalten des Zündschalters. Die Regelungsroutine kann aber beispielsweise auch eingeleitet werden, wenn der Schalthebel in eine beliebige Vorwärts- oder Rückwärtsschaltstellung gebracht wird und das Bremspedal 10 und das Beschleunigungspedal nicht betätigt sind.

[0106] In der zweiten Ausführungsform wird die Bremskraft über den Arbeitsfluidruck geregelt. Die Bremskraft kann aber auch durch die Betätigung einer elektronischen Motorbremse zur Erzeugung einer Bremskraft geregelt werden. In diesem Fall wird, wenn der Zählwert T über  $T_a$  und auf oder unter  $T_b$  liegt, d. h.  $T_a < T \leq T_b$ , die Regelung zur gemäßigten Druckverminderung in der Weise ausgeführt, dass die durch das elektronische Bremssystem erzeugte Bremskraft langsam vermindert wird und somit einen Bremskraftminderungsgradienten aufweist, der kleiner ist als der Gradient der normalen Beendigung.

### Ausführungsform 3

[0107] Beschrieben wird nun ein Fahrzustandsregelungssystem gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung.

[0108] Wenn sich ein Fahrzeug auf einer ansteigenden Straße rückwärts bewegt, würde der Fahrzeugführer das Gaspedal betätigen, um das Fahrzeug vorwärts in Bewegung zu setzen. Wenn das Fahrzeug auf der ansteigenden Straße mit einem kleinen  $\mu$  fährt, beispielsweise auf einer vereisten Straße, kann aber wenigstens ein Rad des Fahrzeugs durchdrehen. Fig. 8 ist ein Flussdiagramm, das eine Regelungsroutine zur Begrenzung des Rückwärtsbewegungszustands des Fahrzeugs für den Fall zeigt, in dem wenigstens ein Rad durchdreht. Da die Räder

des Fahrzeugs individuell geregelt werden, ist das Flussdiagramm von **Fig. 8** ebenso wie die in **Fig. 6** und **7** gezeigten Flussdiagramme nur für ein Rad dargestellt.

[0109] Die Regelungsroutine des in **Fig. 8** gezeigten Flussdiagramms beginnt mit dem Einschalten des Zündschalters.

[0110] Im Schritt S302 wird bestimmt, ob die im Schritt S312 ausgeführte Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung und/oder eine im Schritt S314 ausgeführte Schlupfbegrenzungsregelung bereits in Gang sind/ist. Wenn die Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung oder die Schlupfbegrenzungsregelung bereits ausgeführt wird, wird die Regelungsroutine ohne Ausführung der nachfolgenden Schritte beendet.

[0111] Wenn weder die im Schritt S312 ausgeführte Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung noch die im Schritt S314 ausgeführte Schlupfbegrenzungsregelung in Gang sind, wird im Schritt S302 NEIN erhalten. Der Prozess geht dann zum Schritt S304, in dem die Ausgangssignale der Sensoren **110**, **120**, **130**, **140**, **160** und des Schalters **150**, die in **Fig. 3** gezeigt sind, gelesen werden.

[0112] Im Schritt S306 wird in Abhängigkeit von den gelesenen Ausgangssignalen bestimmt, ob sich das Fahrzeug auf einer ansteigenden Straße rückwärts bewegt. In dem vorgenannten Fall, in dem sich das Fahrzeug auf einer Fahrbahn mit einem kleinen  $\mu$  rückwärts bewegt und wenigstens ein Rad durchdreht, stimmen die Drehrichtungen der Räder FL, FR, RL, RR nicht überein. Wenn die Drehrichtung wenigstens eines Rads des Fahrzeugs nicht mit denen der übrigen Räder übereinstimmt, kann dementsprechend bestimmt werden, dass sich das Fahrzeug rückwärts bewegt. Diese Anordnung ermöglicht es, den Bewegungszustand des Fahrzeugs früher zu bestimmen, als über die Differenz zwischen den Raddrehzahlen.

[0113] Alternativ dazu kann der Rückwärtsbewegungszustand des Fahrzeugs entsprechend der Vorgehensweise in den Schritten S102, S104 und S114 des in **Fig. 6** gezeigten Flussdiagramms bestimmt werden, wenn die Soll-Fahrtrichtung des Fahrzeugführers nicht mit der Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs übereinstimmt. Der Rückwärtsbewegungszustand des Fahrzeugs kann bestimmt werden, wenn sich wenigstens ein Rad des Fahrzeugs in eine Richtung dreht, die zur Soll-Fahrtrichtung des Fahrzeugs entgegengesetzt ist.

[0114] Nach der Bestimmung im Schritt S306, ob sich das Fahrzeug rückwärts bewegt, geht der Prozess zum Schritt S308, in dem bestätigt wird, ob sich das Fahrzeug rückwärts bewegt. Wenn bestimmt wird, dass sich das Fahrzeug nicht rückwärts bewegt, d. h. im Schritt S308 NEIN erhalten wird, wird die Regelungsroutine beendet. Wenn bestimmt wird, dass sich das Fahrzeug rückwärts bewegt, d. h. im Schritt S308 JA erhalten wird, geht der Prozess zum Schritt S310.

[0115] Im Schritt S310 wird bestimmt, ob sich das zu regelnde Rad durch die Regelungsroutine in die Richtung dreht, in der sich das Fahrzeug rückwärts bewegt. Wenn sich das Rad in die Richtung dreht, in der sich das Fahrzeug rückwärts bewegt, wird im Schritt S310 JA erhalten, und der Prozess geht zum Schritt S312, in dem die Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung eingeleitet wird. Wenn sich das Rad in die zur Rückwärtsbewegungsrichtung entgegengesetzte Richtung dreht, kann bestimmt werden, dass das Rad infolge des kleinen Reibungskoeffizienten auf der Fahrbahn mit dem kleinen  $\mu$  durchdreht. In diesem Fall wird im Schritt S310 NEIN erhalten, und der Prozess geht zum Schritt S314, in dem die Schlupfbegrenzungsregelung eingeleitet wird.

[0116] Sobald im Schritt S312 oder im Schritt S314 eine Regelung eingeleitet ist, wird im Schritt **302** JA erhalten, und die Regelungsroutine wird beendet, ohne die nachfolgenden Schritte S304 bis S314 auszuführen. Sobald die im Schritt S312 oder Schritt S314 eingeleitete Regelung beendet ist, wird im Schritt S302 NEIN erhalten, und der Prozess geht zum Schritt S304 und den nachfolgenden Schritten.

[0117] **Fig. 9** zeigt ein Flussdiagramm, das die im Schritt S312 auszuführende Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelungsroutine veranschaulicht. Die Regelungsroutine des in **Fig. 9** gezeigten Flussdiagramms ist im Wesentlichen dieselbe wie die Regelungsroutine des in **Fig. 6** gezeigten Flussdiagramms. Daher werden für dieselben Schritte des in **Fig. 9** gezeigten Flussdiagramms wie in dem in **Fig. 6** gezeigten Flussdiagramm auch dieselben Bezugszeichen verwendet.

[0118] In dem Flussdiagramm von **Fig. 9** fehlt der Schritt S108 von **Fig. 6**. Zu Beginn der Regelungsroutine des Flussdiagramms von **Fig. 9** wird im Schritt S106 bestimmt, ob das Flag F1 auf 1 gesetzt ist, um den Zustand der Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung zu bestätigen. Da das Flag F unmittelbar nach Beginn dieser Regelungsroutine auf 0 gesetzt ist, wird im Schritt S106 NEIN erhalten, und der Prozess geht anschließend zum Schritt S110, in dem das Flag F auf 1 zurückgesetzt wird, um anzuzeigen, dass die Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung ausgeführt wird. Im Schritt S112 wird dann der Zeitgeber gestartet, um die nach dem Start der Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung vergangene Zeit zu messen. Der Prozess geht zum Schritt S200, in dem die Fluiddruckregelung ausgeführt wird, die anhand **Fig. 6** beschrieben wurde.

[0119] Im nächsten Zyklus der Regelungsroutine wird im Schritt S106 JA erhalten, da das Flag F1 auf 1 gesetzt wurde, und der Prozess geht zum Schritt S101. Dann werden der Schritt S101 und die nachfolgenden Schritte ausgeführt, wie es in dem in **Fig. 6** gezeigten Flussdiagramm dargestellt ist.

[0120] Wie es im Flussdiagramm von **Fig. 6** gezeigt ist, wird die Regelung in den Schritten S130 bis S134 des in **Fig. 9** gezeigten Flussdiagramms während der wiederholter Ausführungen der Routine beendet,

wenn die Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs der Soll-Fahrtrichtung entspricht (JA im Schritt S114), wenn die Drehrichtung des Rads der Soll-Fahrtrichtung entspricht (JA im Schritt S116), und wenn der Zeitgeberwert T den Schwellwert  $T_b$  überschreitet (NEIN im Schritt S126).

[0121] Die Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung wird durch die Schritte S130 bis S134 außerdem bei der Erfassung der Betätigung des Bremspedals **10** beendet.

[0122] **Fig. 10** zeigt ein Flussdiagramm, das eine Regelungsroutine der Schlupfbegrenzungsregelung veranschaulicht, die im Schritt S314 des in **Fig. 8** gezeigten Flussdiagramms auszuführen ist.

[0123] Zu Beginn des in **Fig. 8** gezeigten Flussdiagramms wird im Schritt S502 bestimmt, ob das Flag F2 auf 1 gesetzt ist, um anzuzeigen, dass die Schlupfbegrenzungsregelung ausgeführt wird. Da das Flag F2 unmittelbar nach Beginn der Regelungsroutine auf 0 gesetzt ist, wird im Schritt S502 NEIN erhalten, und der Prozess geht zum Schritt S504, um das Flag F2 auf 1 zu setzen, was anzeigt, dass die Schlupfbegrenzungsregelung ausgeführt wird. Im Schritt S506 wird ein vorgegebener Druckwert P5 auf den Soll-Druck P (d. h. den Soll-Radzyylinderdruck) gesetzt. Der vorgegebene Druckwert P5 wird zum Zweck der Begrenzung oder Verhinderung einer Bewegung des Fahrzeugs gesetzt. Im Schritt S508 wird die Betätigung des Bremsaktuators **200** in Abhängigkeit von dem im Schritt S506 gesetzten Soll-Druck P geregelt.

[0124] Im nächsten Zyklus der Regelungsroutine wird im Schritt S502 JA erhalten, da das Flag F2 auf 1 gesetzt wurde, und der Prozess geht zum Schritt S510, um die Ausgangssignale zu lesen, die die Sensoren **110**, **120**, **130**, **140**, **160** und der Schalter **150** erzeugen.

[0125] Im Schritt S512 wird in Abhängigkeit von den Ausgangssignalen der Sensoren **110**, **120**, **130**, **140**, **160** und des Schalters **150** bestimmt, ob sich das Fahrzeug auf einer ansteigenden Straße rückwärts bewegt. Ebenso wie im Schritt S306 des in **Fig. 8** gezeigten Flussdiagramms wird im Schritt S512 des in **Fig. 10** gezeigten Flussdiagramms bestimmt, ob die Drehrichtungen sämtlicher Räder FL, FR, RL, RR übereinstimmen. Wenn sie nicht übereinstimmen, wird im Schritt S512 bestimmt, dass sich das Fahrzeug rückwärts bewegt. Alternativ dazu kann bestimmt werden, dass sich das Fahrzeug rückwärts bewegt, wenn die Soll-Fahrtrichtung nicht der Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs entspricht. Des Weiteren kann bestimmt werden, dass sich das Fahrzeug rückwärts bewegt, wenn sich wenigstens ein Rad des Fahrzeugs in eine zur Soll-Fahrtrichtung entgegengesetzte Richtung dreht.

[0126] In dem nachfolgenden Schritt S514 wird bestätigt, ob im Schritt S512 die Rückwärtsbewegung des Fahrzeugs bestimmt wurde. Wenn im Schritt S512 bestimmt wurde, dass sich das Fahrzeug rückwärts bewegt, wird im Schritt S514 JA erhalten. Der

Prozess geht dann zum Schritt S515.

[0127] Im Schritt S515 wird bestimmt, ob sich das zu regelnde Rad aufgrund der Regelung des in **Fig. 10** gezeigten Flussdiagramms in die Richtung dreht, die mit der Soll-Fahrtrichtung des Fahrzeugs übereinstimmt. Die Ausführung des Schritts S515 ist Bestandteil dieser Schlupfbegrenzungsregelung, um einer Änderung im Reibungszustand der Fahrbahn Rechnung zu tragen, mit der das Rad in Kontakt steht, wenn sich das Fahrzeug rückwärts bewegt. In dem Fall, in dem sich das Fahrzeug beispielsweise auf einer teilweise vereisten Fahrbahn der ansteigenden Straße rückwärts bewegt, kann sich die Drehrichtung des Rads umkehren, wenn das Rad aus einem eisfreien Bereich in einen vereisten Bereich der Fahrbahn kommt. Das Rad beginnt sich, somit in die Richtung zu drehen, in der sich das Fahrzeug rückwärts bewegt. Wenn sich das Rad in Rückwärtsbewegungsrichtung zu drehen beginnt, wird daher im Schritt S515 NEIN erhalten, und der Prozess geht zum Schritt S526, um die Regelungsroutine der Schlupfbegrenzungsregelung zu beenden. In diesem Fall geht der Prozess zum Schritt S312 des in **Fig. 8** gezeigten Flussdiagramms zurück, um die Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung einzuleiten.

[0128] Ähnlich dazu kann die Änderung des Reibungszustands der Fahrbahn zu einem Durchdrehen des Rads führen, das sich in die Richtung dreht, in der sich das Fahrzeug rückwärts bewegt. Unter dieser Bedingung stimmt die Drehrichtung des Rads mit der Soll-Fahrtrichtung überein. Entsprechend wird im Schritt S116 des in **Fig. 8** gezeigten Flussdiagramms JA erhalten. Als nächstes werden der Schritt S130 und die nachfolgenden Schritte ausgeführt, um die Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung zu beenden. Wenn die Rückwärtsbewegungsbegrenzungsregelung beendet ist, geht der Prozess zum Schritt S314 des in **Fig. 8** gezeigten Flussdiagramms zurück, um die Schlupfbegrenzungsregelung einzuleiten.

[0129] Es wird wieder auf **Fig. 10** Bezug genommen; wenn die Drehrichtung des Rads mit der Soll-Fahrtrichtung übereinstimmt, wird im Schritt S515 JA erhalten. Der Prozess geht zum Schritt S516, um einen Schlupfbetrag  $\Delta V$  des zu regelnden Rads einzustellen. Ein Beispiel für eine übliche Regelung zur Begrenzung des Radschlupfs ist die Traktionsregelung. Die Traktionsregelung hat die Funktion, den Betrag des Beschleunigungsschlupfs zu begrenzen, der beim Starten oder Beschleunigen des Fahrzeugs entstehen kann. Generell wird die Abweichung zwischen einer Bezugsgeschwindigkeit des Rads, die in Abhängigkeit von einem Soll-Schlupf und der Schätzfahrzeuggeschwindigkeit ermittelt wird, und der Ist-Drehzahl des Rads ermittelt. Der Betrag der Abweichung zwischen der Bezugsgeschwindigkeit und der Schätzfahrzeuggeschwindigkeit wird als der Schlupfbetrag  $\Delta V$  des Rads gesetzt. Die Regelungsroutine des in **Fig. 10** gezeigten Flussdia-



gramms soll jedoch unter der Bedingung ausgeführt werden, dass sich das Fahrzeug auf einer ansteigenden Straße rückwärts bewegt und ein Rad durchdreht. Somit unterscheidet sich die Bedingung, unter der die Regelungsroutine zu verwenden ist, von der Bedingung, unter der die Traktionsregelung ausgeführt wird. Daher wird die erfasste Radgeschwindigkeit zweckmäßigerweise auf den Schlupfbetrag  $\Delta V$  des Rads gesetzt, wie es in der Regelungsroutine des Flussdiagramms von **Fig. 10** gezeigt ist. Diese Anordnung steht im Wesentlichen in Einklang mit der Annahme, dass die Schätzfahrzeuggeschwindigkeit Null ist.

[0130] Im Schritt S518 wird bestimmt, ob der im Schritt S516 gesetzte Schlupfbetrag  $\Delta V$  gleich einem oder kleiner als ein Schwellwert  $\Delta V_{th}$  ist. Wenn der Schlupfbetrag  $\Delta V$  kleiner ist als der Schwellwert  $\Delta V_{th}$ , beispielsweise das Rad blockiert, (NEIN Im Schritt S518), geht der Prozess zum Schritt S524. Im Schritt S524 wird der im letzten Zyklus der Regelungsroutine gewählte Soll-Druck  $P$  als der Soll-Druck  $P$  für den momentanen Zyklus der Regelungsroutine gehalten.

[0131] Der Prozess geht zum Schritt S508, in dem die Regelung der Betätigung des Bremsaktuators **200** in Abhängigkeit von dem im Schritt S524 gesetzten Soll-Druck  $P$  ausgeführt wird.

[0132] Wenn der Schlupfbetrag  $\Delta V$  gleich dem oder größer als der Schwellwert  $\Delta V_{th}$  ist, wird im Schritt S518 JA erhalten, und der Prozess geht anschließend zum Schritt S520.

[0133] Im Schritt S520 wird die Änderung der Drehzahl des gemäß dem in **Fig. 10** gezeigten Flussdiagramm zu regelnden Rads bestätigt. Hierfür wird die Abweichung zwischen dem im Schritt S516 im letzten Zyklus der Regelungsroutine gesetzten Schlupfbetrag  $\Delta V$  und dem im Schritt S516 in dem momentanen Zyklus der Regelungsroutine gesetzte Schlupfbetrag  $\Delta V$  ermittelt. Dann wird außerdem das Zeitintervall zwischen dem letzten Schritt S516 und dem momentanen Schritt S516 ermittelt. In Abhängigkeit von der ermittelten Abweichung und dem Zeitintervall wird die Radbeschleunigung ermittelt. Es wird bestimmt, in welche Richtung sich die ermittelte Beschleunigung geändert hat, d. h. "+", "-" oder "0", wie es in **Fig. 11** gezeigt ist. Wenn der Absolutwert der Radbeschleunigung ein vorgegebener kleiner Wert ist (die Änderung der Radgeschwindigkeit in einem vorgegebenen winzigen Bereich liegt), wird bestimmt, dass weder eine Erhöhung noch eine Verminderung der Radbeschleunigung erforderlich ist. Wenn der Absolutwert der Radbeschleunigung dagegen zunimmt oder abnimmt und damit vom vorgegebenen Bereich abweicht, wird die Beschleunigung als (+) oder (-) bestimmt.

[0134] Im Schritt S522 wird der Soll-Druck  $P$  in Abhängigkeit von dem bestimmten Zustand (+, -, 0) der Änderung der Radbeschleunigung im Schritt S520 gesetzt, wobei auf das in **Fig. 11** gezeigte Diagramm Bezug genommen wird. Wie es aus dem Diagramm

von **Fig. 11** ersichtlich ist, wird für den Fall, dass die Radbeschleunigung abnimmt (-), der Soll-Druck  $P$  gehalten, d. h. der Druckwert  $P$ , der im letzten Zyklus der Regelungsroutine gesetzt wurde, wird auf den Druckwert  $P$  für den momentanen Zyklus der Regelungsroutine gesetzt. Wenn die Radbeschleunigung im Wesentlichen konstant (0) bleibt, wird der Soll-Druck  $P$  erhöht, d. h. ein vorgegebener Druck  $P_6$  ( $P_6 > 0$ ) zu dem im letzten Zyklus der Regelungsroutine gesetzten Druckwert  $P$  hinzuaddiert, und dann der erhaltene Druckwert ( $P + P_6$ ) auf den Druckwert  $P$  für den momentanen Zyklus der Regelungsroutine gesetzt. Wenn die Radbeschleunigung zunimmt (+), wird der Soll-Druck  $P$  rasch erhöht, d. h. ein vorgegebener Druck  $P_7$  ( $P_7 > P_6$ ) zu dem im letzten Zyklus der Regelungsroutine gesetzten Druckwert  $P$  hinzuaddiert, und dann der so erhaltene Druckwert ( $P + P_7$ ) auf den Druckwert  $P$  für den momentanen Zyklus der Regelungsroutine gesetzt.

[0135] Nach der Bestimmung des Soll-Drucks  $P$  im Schritt S522, geht der Prozess zum Schritt S508, in dem die Betätigung des Bremsaktuators **200** in Abhängigkeit von dem im Schritt S522 gesetzten Soll-Druck  $P$  geregelt wird.

[0136] Wenn das Fahrzeug als Ergebnis der wiederholten Ausführung der vorgenannten Regelungsroutine aufhört, sich rückwärts zu bewegen, wird im Schritt S514 NEIN erhalten, und der Prozess geht zum Schritt S526. Im Schritt S526 wird eine vorgegebene Regelungsbeendigung ausgeführt, und der Prozess geht zum Schritt S528. Im Schritt S528 wird das Flag  $F_2$  von 1 auf 0 zurückgesetzt, wodurch die Schlupfbegrenzungsregelung beendet wird.

[0137] Die Schlupfbegrenzungsregelung ermöglicht, dass das Bremssystem **20** auf ein durchdrehendes Rad eine Bremskraft ausübt, wodurch ein Radschlupf verhindert wird. Die Schlupfbegrenzungsregelung fungiert daher als ein Schlupfbegrenzungsdifferential, das einen Radschlupf begrenzt. Wenn das Fahrzeug kein Schlupfbegrenzungsdifferential aufweist, dient die Schlupfbegrenzungsregelung dazu, einen Antriebsmomentverlust des durchdrehenden Rads und zugleich eine Abnahme des auf das nicht durchdrehende Rad auszuübenden Moments zu verhindern.

[0138] Wenn das Fahrzeug beginnt, sich in die vom Fahrzeugführer gewünschte Richtung zu bewegen, und ein durchdrehendes Rad aufweist, wird die vorgenannte Traktionsregelung eingeleitet, um den Beschleunigungsschlupf des Fahrzeugs zu begrenzen.

[0139] In der dritten Ausführungsform wird der Bremsaktor in dem in **Fig. 2** gezeigten Unterdruckverstärker-Bremssystem verwendet. Jedoch kann jeder beliebige Typ von Bremsaktor eingesetzt werden, sofern der Bremsaktor in der Lage ist, eine Bremskraft unabhängig von der vom Fahrzeugführer ausgeführten Bremsung zu erzeugen. Daher können ein Bremsaktor eines Hydroverstärker-Bremssystems ebenso wie ein Aktuator zur motorischen Erzeugung der Bremskraft verwendet



werden.

[0140] Der in diesen Ausführungsformen verwendete Raddrehzahlsensor 110 ist in der Lage, sowohl die Drehzahl als auch die Drehrichtung des Rads zu erfassen. Der Raddrehzahlsensor 110 kann aber auch aus einem Sensor zur Erfassung von lediglich der Drehzahl eines Rads gebildet sein, und es kann zusätzlich zum Raddrehzahlsensor 110 ein anderer Sensor zur Erfassung der Drehrichtung des Rads vorgesehen sein.

[0141] Wenngleich die Erfindung unter Bezugnahme auf die bevorzugten Ausführungsformen beschrieben wurde, sei darauf hingewiesen, dass die Erfindung nicht auf die bevorzugten Ausführungsformen oder Ausgestaltungen beschränkt ist. Die Erfindung erstreckt sich vielmehr auch auf verschiedenartige Modifikationen und gleichwirkende Anordnungen innerhalb des durch die Ansprüche definierten Grundgedankens der Erfindung.

### Patentansprüche

1. Fahrzustandsregelungssystem zur Regelung der auf ein Fahrzeug ausgeübten Bremskraft, wenn die Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs zur Soll-Fahrtrichtung des Fahrzeugs entsprechend dem vom Fahrzeugführer gewählten Fahrzeugbetriebszustand entgegengesetzt ist, mit:

einer Fahrzeugbetriebszustandserfassungseinrichtung (120), die bestimmt, ob der vom Fahrzeugführer gewählte Fahrzeugbetriebszustand der Vorwärtsantrieb oder der Rückwärtsantrieb ist;

einer Ist-Fahrtrichtungserfassungseinrichtung (110), die die Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs erfasst;

einer Bremseinrichtung (200), die unabhängig von einer vom Fahrzeugführer ausgeführten Bremsbetätigung eine Bremskraft auf ein bestimmtes Rad ausübt; und

einem Steuergerät (100), das die Bremseinrichtung (200) so ansteuert, dass die Bremskraft auf ein Rad, das sich in eine der Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs entsprechende Richtung dreht, ausgeübt wird, wenn die von der Betriebszustandserfassungseinrichtung (120) bestimmte Soll-Fahrtrichtung des Fahrzeugs zu der von der Ist-Fahrtrichtungserfassungseinrichtung (110) erfassten Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs entgegengesetzt ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (100) nach einer kontinuierlichen Ansteuerung der Bremseinrichtung für eine vorgegebene erste Zeitdauer die Ansteuerung der Bremseinrichtung stoppt, um die Bremskraftausübung zu stoppen.

2. Fahrzustandsregelungssystem nach Anspruch 1, wobei der Fahrzeugbetriebszustand auf der Grundlage der vom Fahrzeugführer gewählten Stellung eines Schalthebels des Fahrzeugs bestimmt wird.

3. Fahrzustandsregelungssystem nach Anspruch

1 oder 2, wobei die Ist-Fahrtrichtung auf der Grundlage der Drehrichtung wenigstens eines Rads des Fahrzeugs bestimmt wird.

4. Fahrzustandsregelungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Bremskraft durch den Hydraulikdruck eines Arbeitsfluids des Fahrzeugs geregelt wird.

5. Fahrzustandsregelungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Bremskraft durch eine im Fahrzeug vorhandene elektronische Bremse geregelt wird.

6. Fahrzustandsregelungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei, wenn das Rad, auf das die Bremskraft ausgeübt wird, blockiert, der an den Radzylinder des Rads angelegte Druck um einen vorgegebenen Wert reduziert wird (S120).

7. Fahrzustandsregelungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die auf das Rad ausgeübte Bremskraft nach einer kontinuierlichen Bremskraftregelung für eine Zeitdauer, die länger ist als eine kürzer als die erste Zeitdauer eingestellte zweite Zeitdauer, nach und nach reduziert wird (S126).

8. Fahrzustandsregelungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Steuergerät die Größe der auf das Rad ausgeübten Bremskraft regelt, und wobei die Größe der ausgeübten Bremskraft auf der Grundlage der Größe der Beschleunigung des Fahrzeugs in Ist-Fahrtrichtung geändert wird.

9. Fahrzustandsregelungssystem nach Anspruch 8, wobei das Steuergerät (100) die Bremskraft auf die auf einer ansteigenden Straße oben bzw. unten liegenden Räder so verteilt, dass die Bremskraft auf die unten liegenden Räder mit zunehmendem Steigungsgradienten größer wird.

10. Fahrzustandsregelungssystem nach Anspruch 8 oder 9, wobei ein Soll-Druck zur Radregelung auf der Grundlage der vom Fahrzeugführer gewählten Getriebestellung des Fahrzeugs bestimmt wird.

11. Fahrzustandsregelungssystem nach Anspruch 10, wobei der Soll-Druck zur Radregelung auf der Grundlage der Beschleunigung des Fahrzeugs bestimmt wird.

12. Fahrzustandsregelungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, mit weiter einer Drehrichtungserfassungseinrichtung (110), die jeweils die Drehrichtung der Fahrzeugräder erfasst, wobei das Steuergerät:

unabhängig von einer vom Fahrzeugführer ausgeführten Bremsbetätigung, auf wenigstens ein Rad,

das sich in eine zu der Soll-Fahrtrichtung entgegengesetzte Richtung dreht, die von der Drehrichtungserfassungseinrichtung erfasst wird, eine erste Bremskraft und auf wenigstens ein Rad, das sich in eine der Soll-Fahrtrichtung entsprechende Richtung dreht, eine zweite Bremskraft ausübt, wobei die erste Bremskraft auf das wenigstens eine Rad, das sich in die zu der Soll-Fahrtrichtung entgegengesetzte Richtung dreht, in Abhängigkeit vom Fahrzustand des Fahrzeugs bestimmt wird; und die zweite Bremskraft auf das wenigstens eine Rad, das sich in die der Soll-Fahrtrichtung entsprechende Richtung dreht, in Abhängigkeit vom Drehzustand des Rads bestimmt wird.

13. Verfahren zur Regelung der auf ein Fahrzeug ausgeübten Bremskraft, wenn die Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs zu der Soll-Fahrtrichtung des Fahrzeugs entsprechend dem vom Fahrzeugführer gewählten Fahrzeugbetriebszustand entgegengesetzt ist, mit:

Erfassen, ob der vom Fahrzeugführer gewählte Betriebszustand der Vorwärtsantrieb oder der Rückwärtsantrieb ist;

Erfassen der Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs;

Ausüben einer Bremskraft auf ein bestimmtes Rad, unabhängig von einer vom Fahrzeugführer ausgeführten Bremsbetätigung; und

Regeln der Bremskraft auf ein Rad, das sich in eine der Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs entsprechende Richtung dreht, wenn die Soll-Fahrtrichtung des Fahrzeugs zu der Ist-Fahrtrichtung des Fahrzeugs entgegengesetzt ist, gekennzeichnet durch

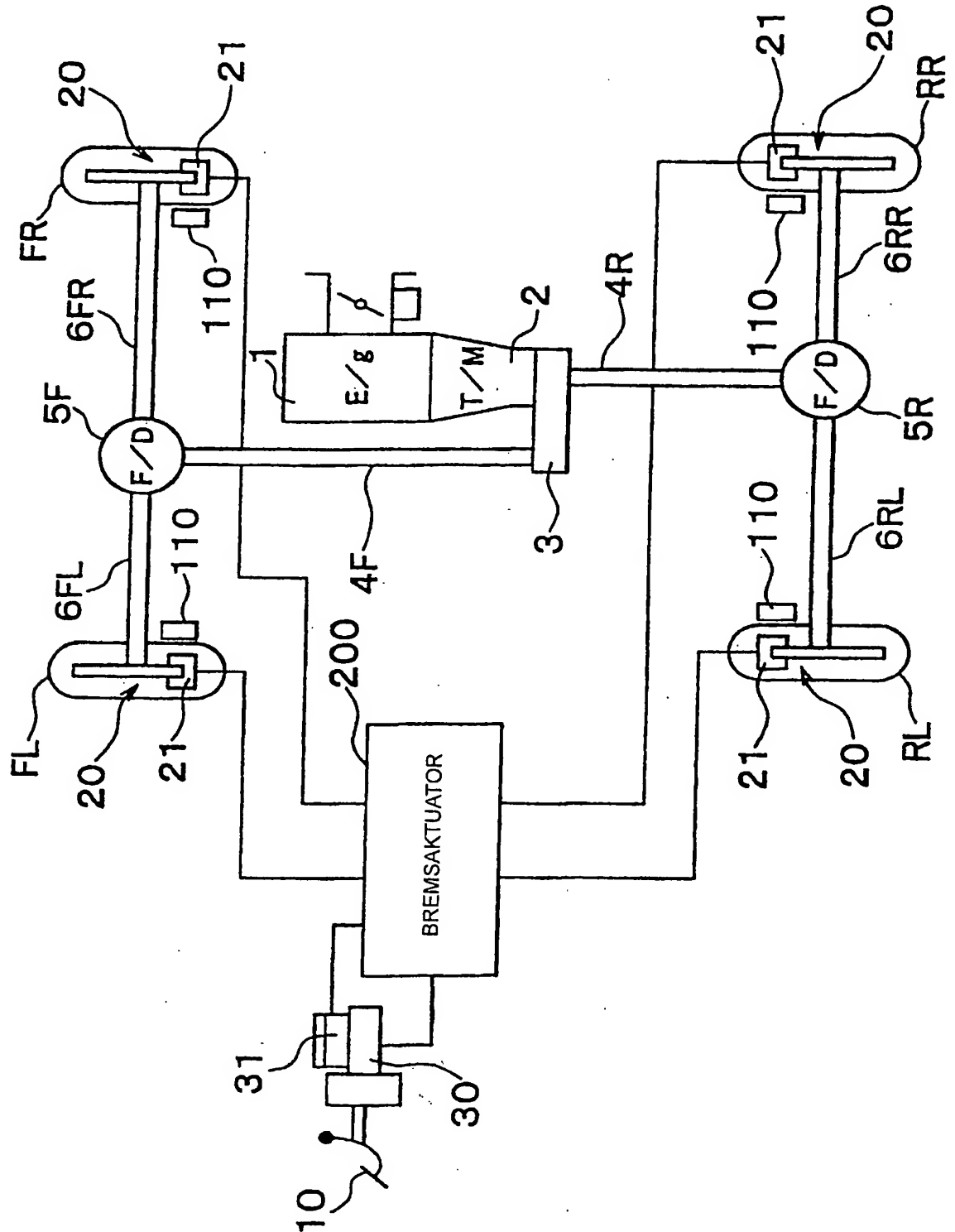
Stoppen der Bremskraftausübung nach einer kontinuierlichen Bremskraftausübung für eine vorgegebene erste Zeitdauer.

14. Verfahren zum Regeln der auf ein Fahrzeug ausgeübten Bremskraft nach Anspruch 13, mit weiter: Regeln der Größe der auf das Rad ausgeübten Bremskraft, wobei die Größe der ausgeübten Bremskraft auf der Grundlage der Größe der Beschleunigung des Fahrzeugs in Ist-Fahrtrichtung geändert wird.

15. Verfahren zum Regeln der auf ein Fahrzeug ausgeübten Bremskraft nach Anspruch 13 oder 14, mit weiter: Regeln der Verteilung der Bremskraft auf die auf einer ansteigenden Straße oben bzw. unten liegenden Räder so, dass die Bremskraft auf die unten liegenden Räder mit zunehmendem Steigungsgradienten größer wird.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

FIG. 1





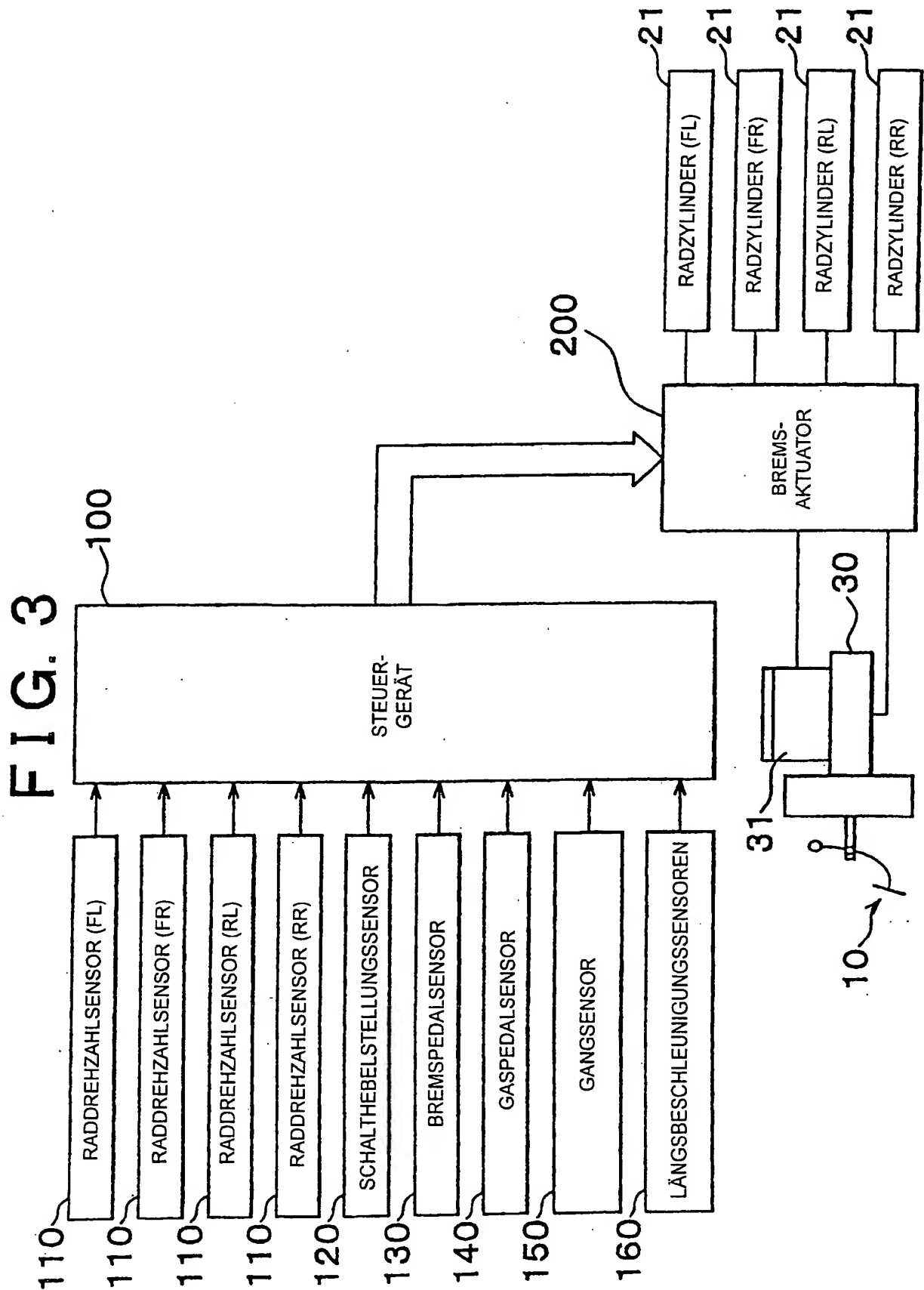


FIG. 4

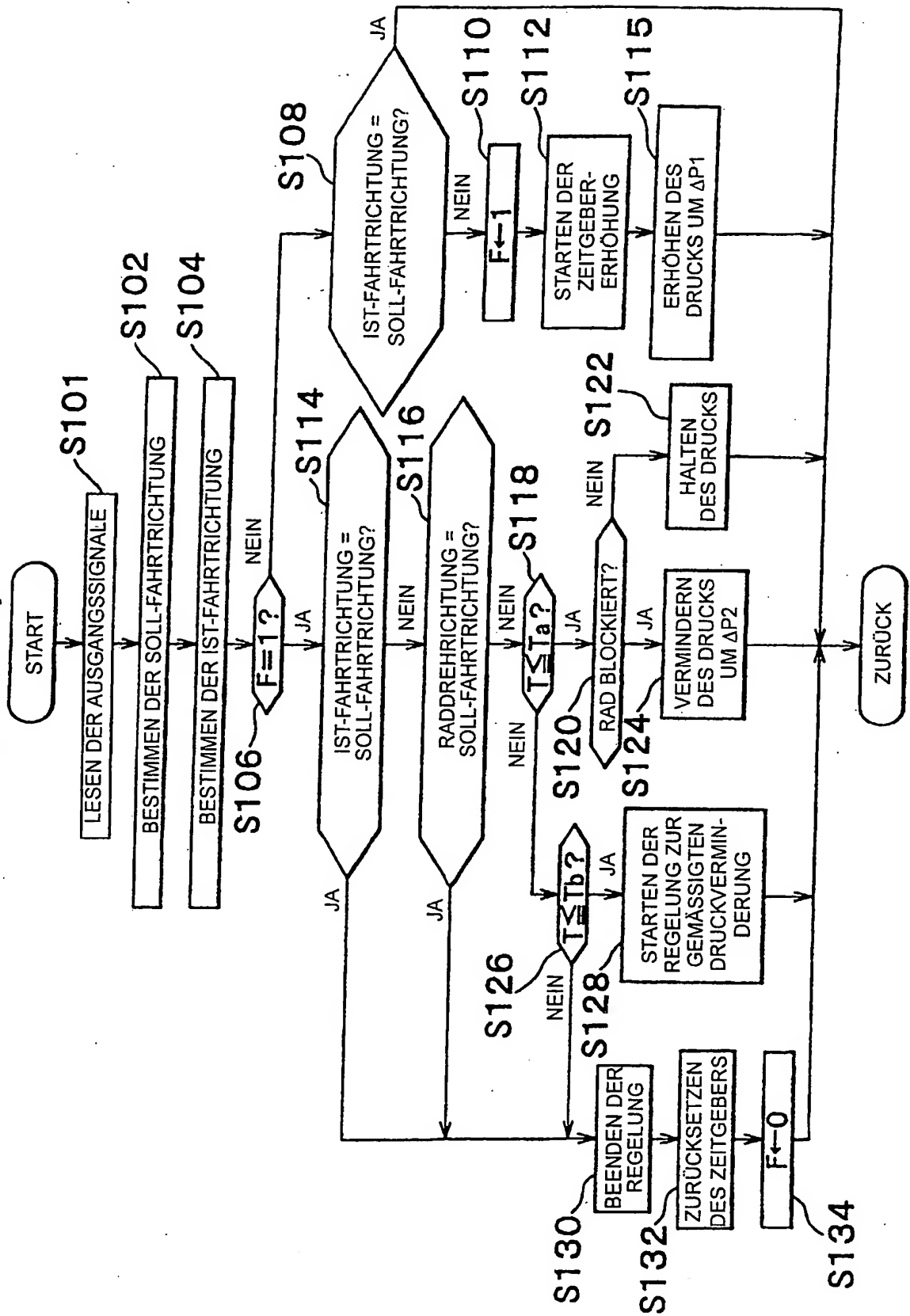
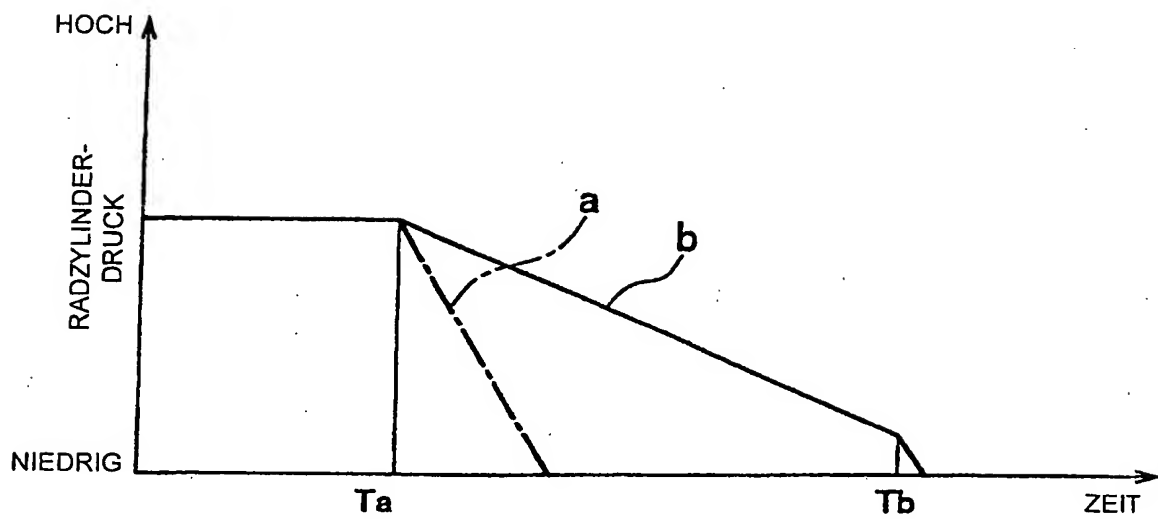




FIG. 5



உ  
இ  
ஐ  
ஓ

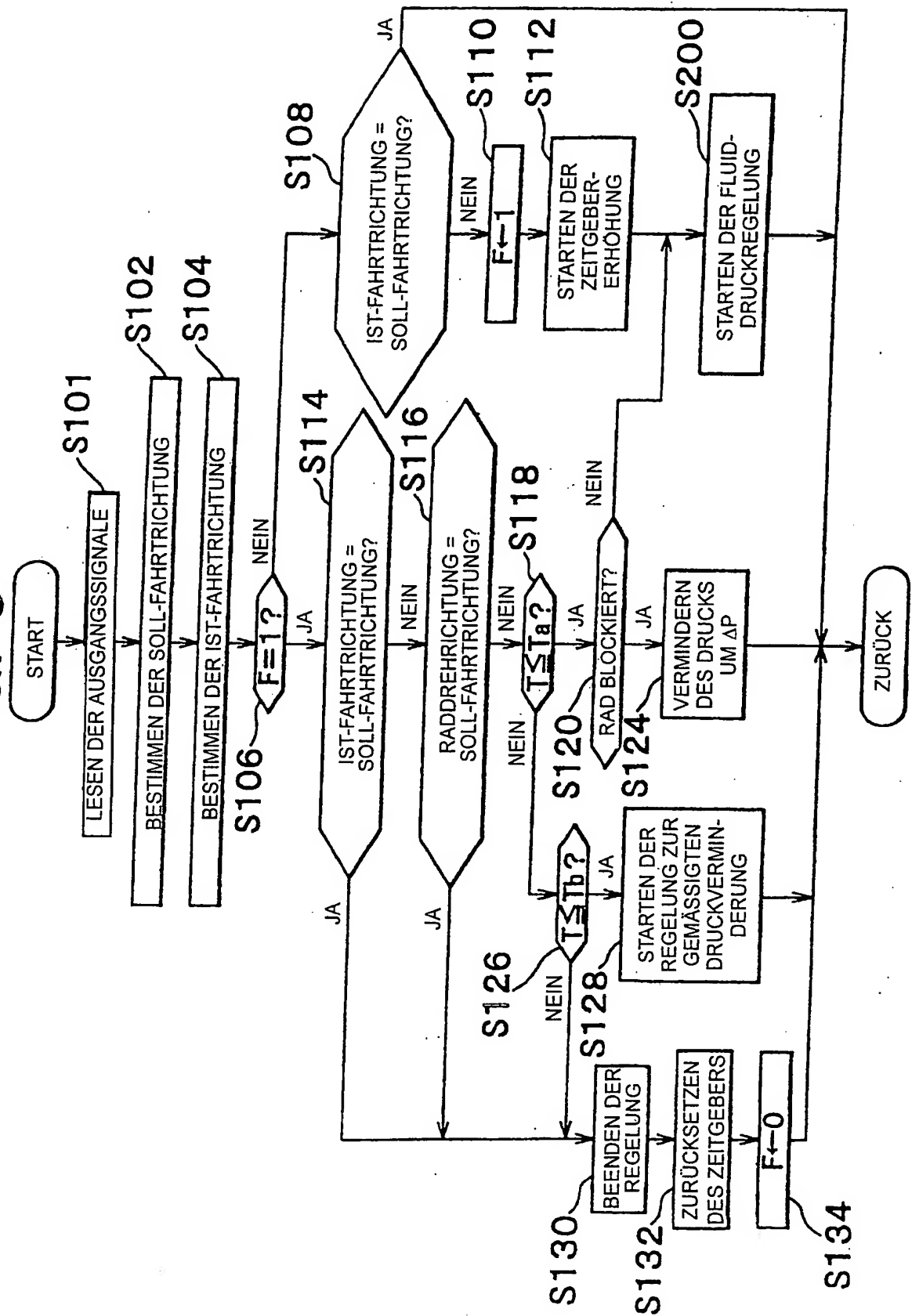


FIG. 7

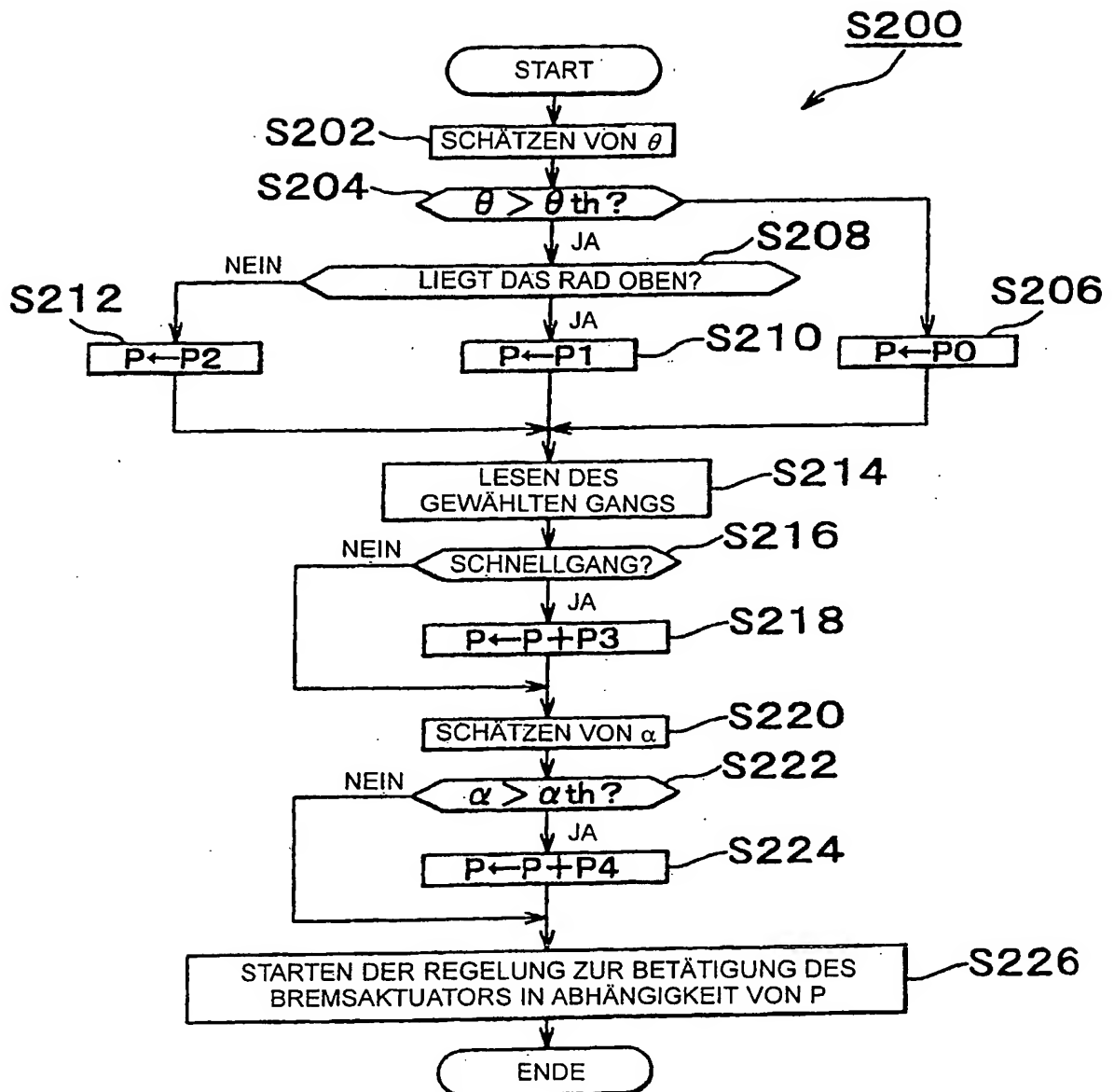


FIG. 8

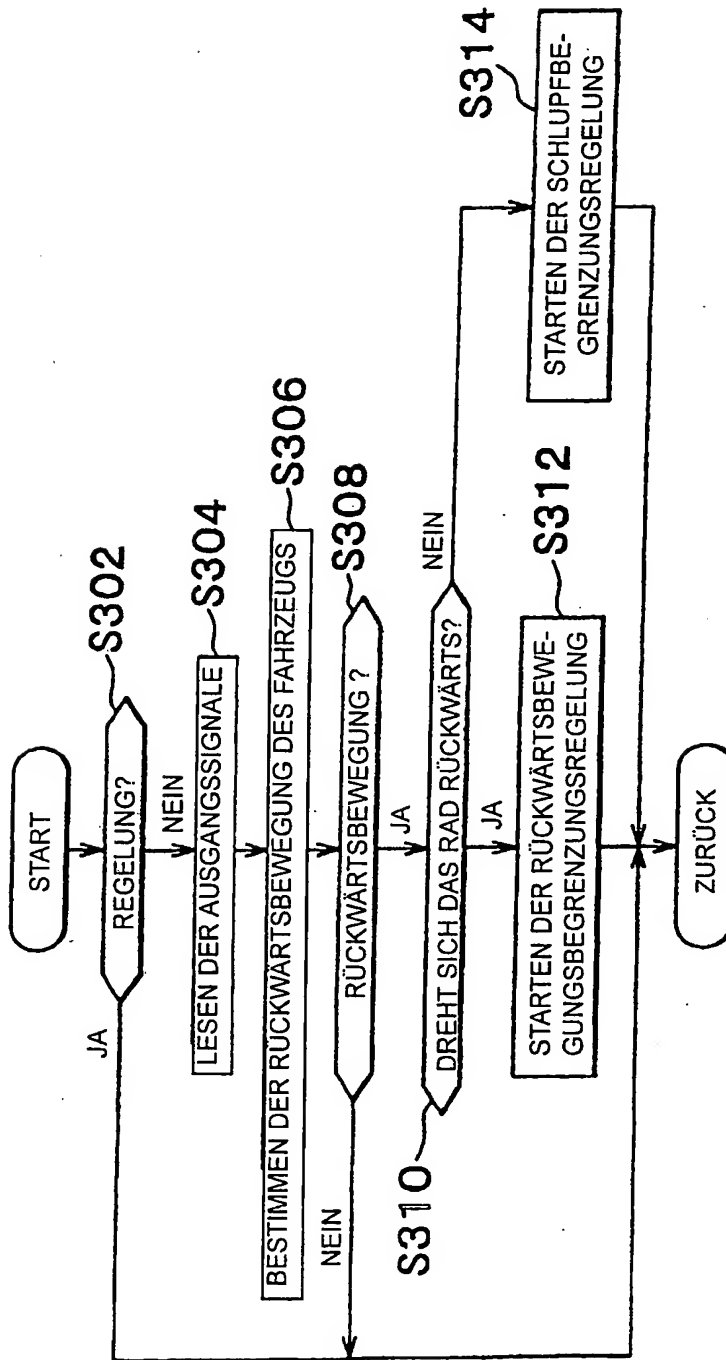


FIG. 9

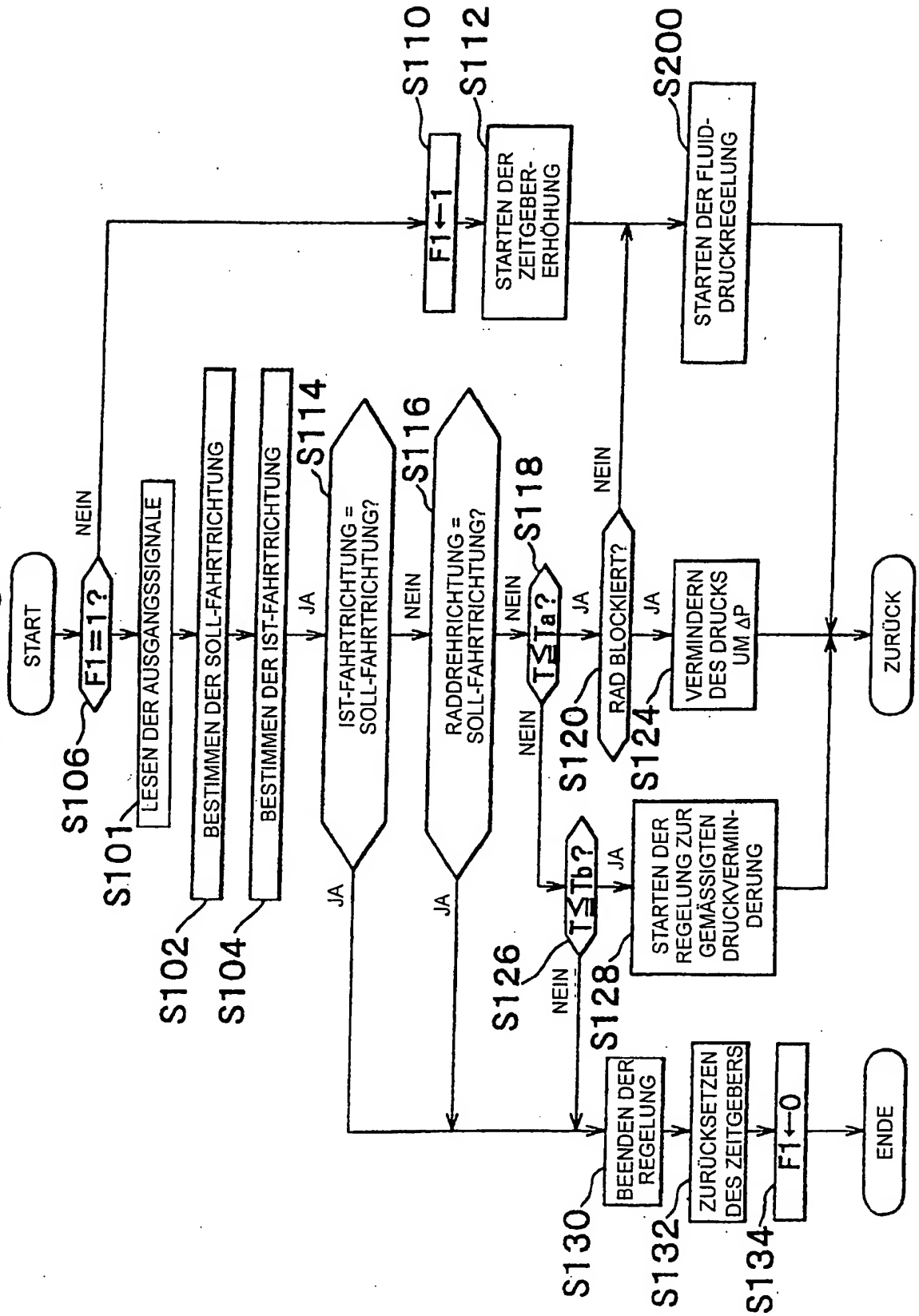
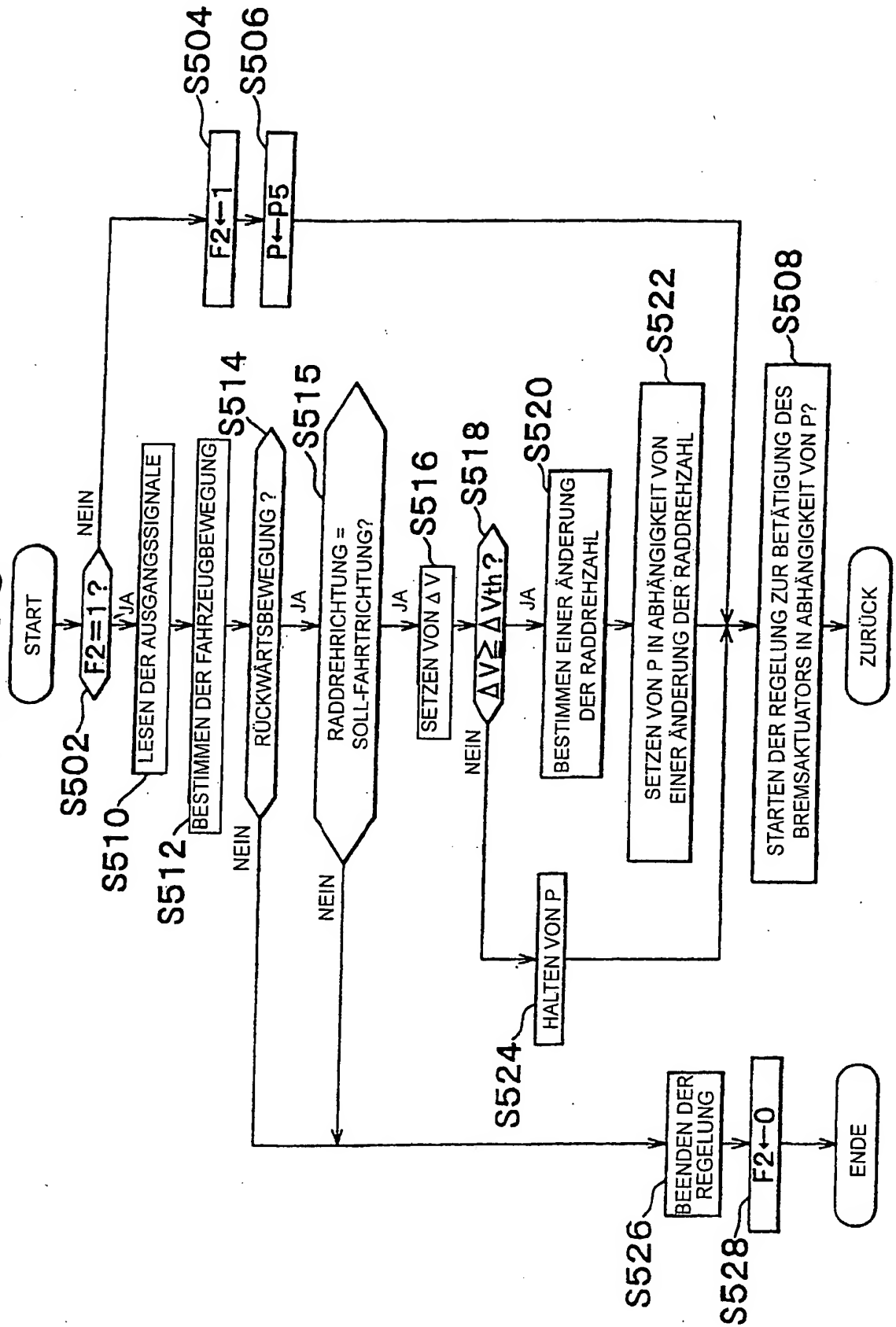


FIG. 10





# FIG. 11

	RADDREHZAHLÄNDERUNG		
	-	0	+
SOLL-DRUCK P	HALTEN $P \leftarrow P$	ERHÖHEN $P \leftarrow P + P_6$	RASCH ERHÖHEN $P \leftarrow P + P_7$